ORIGINAL DMV BAUPLÄNE

Klaus Schlenzig



TRANSSERVICE

Signalgeber und Signalverfolger für Amateur und Service



Preis: 1,– MDN

Originalbauplan Nr. 7

Inhaltsverzeichnis

Benutzungshinweis

Auf Wunsch zahlreicher Leser haben wir bei diesem Bauplan eine andere Seitengruppierung vorgenommen, so daß der Plan zur handlicheren Benutzung in 4 Streifen zu je 8 Seiten auseinandergeschnitten werden kann. Die Schnittkanten sind durch entsprechende Linien gekennzeichnet.

Der Deutsche Militärverlag, 1055 Berlin, Storkower Straße 158,
würde sich freuen, Ihre Meinung zu dieser Neuerung zu erfahren.

1. Sinn und Zweck

Viele Schaltungen der „Unterhaltungselektronik", ob beim Selbstbau oder im Reparaturfall, lassen sich über die Schleife Signalgeber–Objekt–Signalverfolger auf Funktion testen. Häufig reicht dafür der Geber allein. Von ihm fordert man, daß er ein möglichst breites Frequenzband abgibt, im Idealfall vom Hörbereich bis zu den Fernsehfrequenzen. Ob dieses Signal am Ausgang ankommt, läßt sich am „Anzeigeorgan" des Prüflings (Lautsprecher, Bildröhre) feststellen. Für die „Zwischenstationen" und ganz allgemein bei der Fehlereinkreisung ist ein Signalverfolger in Form eines NF-Verstärkers mit Hörer oder Lautsprecher nützlich. Da der Signalweg teilweise in HF-Verstärkerstufen verlaufen kann (z. B. Super-ZF), soll der Signalverfolger gleichzeitig demodulieren können, damit auch in diesen Stufen das Signal hörbar gemacht werden kann.

Kleine handliche Prüfgeräte in Form von Prüfstiften, billig im Material und vielseitig in der Anwendung, sind daher praktisch und nicht nur von Amateuren sehr gefragt. Solch einfache Tester gehören heute in das „fliegende Besteck" eines jeden Reparaturfachmanns bei der Armee, in der Industrie und im Kundendienst.

In den Jahrzehnten der Röhrentechnik genügte dem Praktiker für die erste Funktionsprüfung mindestens des NF-Teils von Verstärkern oft der nasse Finger, auf den Gitteranschluß der ersten NF-Röhre gehalten. Davon abgesehen, daß das eine vor allem bei Netzanschlußgeräten nicht ganz ungefährliche Methode war, erforderte sie zweierlei: ein „brummendes" Lichtnetz und einen genügend hochohmigen Eingang. Im Zeitalter der oft niederohmigen und meist netzunabhängigen Transistortechnik dagegen gilt, was vor Jahren schon der VEB Funkwerk Erfurt als Werbeslogan zu bedenken gab: Der nasse Finger genügt nicht mehr!

In diesem Sinne handelte auch der VEB Meßelektronik Berlin, als er 1961 mit dem besonders für Amateure und Reparateure gedachten Ton- und Bildtester „Tobitest" auf dem Markt erschien ⟨1⟩ ⟨2⟩. Nun ist der Bau derartiger kleiner Geräte, soll er rentabel werden, eine Frage sehr großer Stückzahlen. Eine bestimmte Variante andererseits mag nicht für jeden Zweck ideal sein. Die technische Entwicklung schließlich legt ebenfalls neue Maßstäbe an. So erschien es zu einem gewissen Zeitpunkt sinnvoll, in Form einer Veröffentlichung Tips für eine Erweiterung der bereits vorhandenen Geräte zu geben. Das geschah 1965 ⟨3⟩. Eine Baubeschreibung ist jedoch um so wirksamer, je mehr sie in die Einzelheiten geht. Dafür bietet ein Bauplan entsprechenden Raum. Der vorliegende gibt dem Amateur die Möglichkeit, sich ein solches Prüfgerät mit eigenen Mitteln aufzubauen und stellt ihm Varianten zur Auswahl. Auf diese Weise kann ein vielseitiges Prüfbesteck entstehen. Außerdem wird ein dazu passender Signalverfolger beschrieben, der das Prüfsignal ausgangsseitig auch ohne Lautsprecher oder Bildröhre nachzuweisen gestattet.

Beim Nachbau von Prüfstiftgeräten gab es bisher stets eine große Schwierigkeit: das zweckmäßige Gehäuse. Das industrielle PVC-Gehäuse für mittlere Stückzahlen ⟨2⟩ erfordert außer diesem Material auch geeigneten Kleber und Erfahrung im Umgang mit thermoplastischen Kunststoffen.

Die in diesem Bauplan beschriebene Lösung TRANSSERVICE (später kurz „TS" genannt) hat den Vorzug, mit überall erhältlichem Material (kupferkaschiertem Schichtpreßstoff) sowie mit Laubsäge und Lötkolben auszukommen. Sie ist natürlich auf keinen Fall seriengerecht. Vor einem geplanten gewerblichen Nachbau muß ohnehin, darauf sei besonders hingewiesen, bei der dem „Tobitest" ähnlichen Schaltung der genannte Betrieb, in allen anderen Fällen der Autor konsultiert werden.

2. Allgemeine Gesichtspunkte

2.1. Voraussetzungen

Haupteinsatzgebiet der beschriebenen Tester sind Prüfungen an Verstärkern aller Art und an den angeschlossenen „Wandlern", also vor allem an Rundfunk- und Fernsehgeräten mit Ohrhörer, Lautsprecher bzw. Bildröhre. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz der Tester sowohl am Selbstbaugerät als auch bei der Einkreisung von Fehlern in Reparaturobjekten ist die Kenntnis der Funktion und der zu erwartenden „Antworten" dieser Objekte. Es klingt zwar unglaubhaft, doch der Autor wurde im Falle des „Tobitest" tatsächlich mehrfach von Laien gefragt, ob nun damit jeder sein Fernsehgerät selbst reparieren könne. Grundregel des Anfängers muß sein: zunächst gründliche Aneignung des Stoffes, dann Selbstbau eigener Geräte und erst danach, wenn entsprechender Überblick vorhanden ist, sachgemäßer Einsatz des Testers. Das ist gleichzeitig als Warnung zu betrachten. Bisher wurde in den Bauplänen von Netzanschlußschaltungen abgesehen. Der Transistor machte diese Einschränkung leicht. Die vorgestellten Tester aber konfrontieren ihre Anwender zumindest im Falle der Fernsehempfängerprüfung mit höheren Spannungen. Im Interesse der eigenen Sicherheit sei daher nochmals betont: Der Umgang mit höherer Spannung setzt Kenntnisse voraus, die dieser Bauplan nicht vermitteln kann. Dem Anfänger und besonders dem Laien wird daher dringend geraten, sich dieses Wissen in einer entsprechenden Ausbildung zu erwerben. Bis dahin darf der Einsatz der Tester nur an netzunabhängigen oder durch Trenntrafo netzfrei gemachten Niederspannungs-Transistorschaltungen erfolgen (Niederspannung endet bei 42 V!). Man sollte diese Warnung nicht zu leicht nehmen. Auch beim Baden wird man sich erst dann in tiefes Wasser wagen, wenn man schwimmen kann.

Kenntnis der Sicherheitsbestimmungen (und ihre Beachtung!) sowie genügendes Wissen über die zu prüfenden Geräte müssen also gleichzeitig vorhanden sein. Der vorliegende Bauplan nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als er sich auch an Reparatur*fachleute* in Werkstatt und Armee wendet. Für diesen Leserkreis sind die Teile bestimmt, die sich auf Tests an röhrenbestückten Geräten beziehen (z. B. Bildmustererzeugung). Dafür genügt eine Beschreibung von Bau und Funktion der Prüfgeräte, während ihre zweckmäßige Anwendung von diesen Lesern selbst eingeschätzt werden kann. Für alle anderen muß sich der Einsatz auf die obengenannten Fälle beschränken. Jeder Leser möge also vor dem Einsatz gewissenhaft seine Kenntnisse prüfen.

Aber auch dem Erfahrenen sei gesagt: Bei normalem Gebrauch (angelegt an die richtigen Stellen, also an Punkte mit Spannungen weit unter 500 V) ist ein sachgemäß nachgebauter Tester ungefährlich, vor allem dann, wenn er mit seiner Massebuchse über eine gut isolierte Prüfschnur am Gerätechassis geerdet wird. Bei Allstromgeräten kann das Chassis aber Netzspannung führen. In solchen Fällen ist eine Phasenprüfung mit dem Glimmlampenprüfer nötig.

Alle beschriebenen Prüfstifte enthalten einen Kondensator am Eingang, der für 500 V Nennspannung ausgelegt ist. Seine Kapazität garantiert bei 50 Hz mindestens bis zu dieser Spannung einen Körperstrom unterhalb der gefährlichen Grenze von 0,5 mA. Dieser Strom aber kann erst bei Berühren eines in die Massebuchse eingeführten Metallgegenstands fließen oder dann, wenn zwischen Innenflächen und Außenkanten eine leitende Brücke entsteht (das ist bereits durch einen naß gewordenen Prüfstift möglich!). Die Gehäuse sind so ausgelegt, daß unmittelbar von außen keine elektrische Verbindung der Hand mit dem Inneren erfolgen kann (außer Tastspitze selbst).

Sicherheit gegen das Antasten noch höherer Spannungen, bei denen auch der Kondensator versagen kann, vermag natürlich nur sachkundige Benutzung zu bieten. Das trifft aber auf jedes andere Arbeitsmittel ebenso zu, Materialfehler z. B. am Kondensator eingeschlossen (vorher prüfen mit mindestens 500 V).

Grundsätzliche Empfehlung für das Anlegen von Prüf- oder Meßmitteln in einem Gerät, das Spannungen über 42 V führt: Mit einem handelsüblichen Glimmlampenspannungsprüfer zunächst Chassis und „zweifelhafte" Punkte antippen und feststellen, ob sie gegen Körper (und bzw. oder Chassis) gefährliche Spannung führen.

Damit nun auch der Anfänger seinen Prüfstift möglichst oft und sinnvoll anzuwenden vermag, hierzu vorerst einige Worte. Auch heute noch dringt man in das Reich der Elektronik meist über die „hörbaren" Anwendungen ein. Das sind in unseren Tagen mit Transistoren bestückte, netzunabhängig bequem aus Batterien bis etwa 9 V gespeiste Geräte. Zu ihnen zählen zunächst NF-Verstärker (für Plattenspieler, Haustelefon, als Verbesserung des Detektorempfangs usw.). Später wagt man sich an Audion- und schließlich an Superschaltungen. Bis auf den Oszillator im Super sind das alles „passive" Schaltungen im Sinne unserer Tester. Sie nehmen am Eingang NF- oder zunächst HF-Signale kleiner Spannungen auf und verstärken sie stufenweise. Im Super erfolgt außerdem eine Frequenzumsetzung, danach die ZF-Verstärkung, Demodulation und NF-Verstärkung des Modulationsfrequenzgemischs. Am Ende befindet sich in der Regel ein Schallwandler in Form eines Hörers oder Lautsprechers. Erfolgreiches Basteln setzt einiges Wissen um diese Zusammenhänge voraus. So stellt man z. B. fest, mit welch kleinen Energien bereits ein Kopf- oder Ohrhörer auskommt. Ihn können wir daher durch 2poligen Anschluß an jeden unserer Tester auf Funktion prüfen, denn jeder von ihnen gibt auch einen NF-Anteil ab.

Moderne niederohmige Lautsprecher dagegen lassen wegen des sicherheitsbedingt kleinen Wertes des Koppelkondensators in unseren Testern die Ausgangsspannung auf einen nicht mehr verwertbaren kleinen Betrag zusammenbrechen (s. u.). Höchstens beim „Hineinkriechen" hört man etwas. Das wird mit einem Ausgangstrafo zusammen schon besser, da dieser den Lautsprecherwiderstand hochtransformiert.

Günstiger gestaltet sich die Prüfung im Zusammenwirken mit der Endstufe. Selbst wenn man annimmt, daß der Lautsprecher schon bei Bruchteilen eines Milliwatt angebotener NF-Leistung hörbar schwingt, sieht man doch ein, daß ein Endstufentransistor ebenfalls noch 2polig zwischen Basis und Emitter „angetippt" werden sollte. Schließlich liegt ja dessen Eingangswiderstand noch unter 1 kΩ, und der Testerausgang ist durch den Koppelkondensator um Größenordnungen hochohmiger! So werden dem Verbraucher nur wenige Mikroampere angeboten, also wesentlich weniger als 1 μW! Bei einer Leistungsverstärkung von angenommen 10^3 entstehen also erst die o. g. geringen Bruchteile eines Milliwatt im Lautsprecher. Doch bereits beim Einspeisen in eine Stufe weiter „vorn" (wenn diese in Ordnung ist) werden daraus mehrere Milliwatt, weil sich beide Leistungsverstärkungen multiplizieren und außerdem dieser erste Transistor einen höheren Eingangswiderstand hat.

Schon eine Vorstufe – falls vorhanden – braucht nur noch 1polig angetippt zu werden. Bei ihrer Empfindlichkeit macht die Spannungsteilung über die Handkapazität nichts mehr aus, besonders dann, wenn es sich um eine hochohmige Kollektorstufe handelt.

Auf die Angabe exakter Werte wurde bewußt verzichtet. Dazu sind die einzelnen Transistorschaltungen zu unterschiedlich – je nach Gegenkopplungsmaßnahmen, Transistorexemplaren, Betriebsspannung und Bauelementen. Lediglich ein „Gefühl" für die zu erwartende „Antwort" des Prüflings sollte vermittelt werden.

Also: Ein NF-Verstärker, bei dem alle Stufen funktionieren, muß, vom Ausgang zum Eingang hin getestet, mit immer lauter werdender Prüfsignalwiedergabe antworten. Die Anfangsstufen können dabei meist 1polig angetippt werden.

Was geschieht nun z. B. im AM-ZF-Teil? Die genannte Tendenz bleibt. Aber: Die Oberwelle des Testers, auf die der Verstärker jetzt anspricht, ist wesentlich kleiner als die NF-Amplitude. Dafür findet sie in dem Koppelkondensator wegen $R_b = \frac{1}{\omega C}$ einen um Größenordnungen geringeren Widerstand vor als die NF. Alle Tatsachen zusammen bewirken, daß man von der Antwort der Basisstrecke des letzten ZF-Transistors zunächst etwas enttäuscht ist. Schon der Kollektor des ersten ZF-Transistors aber bietet mehr: Die Übersetzung innerhalb des Filters zur Basis des zweiten Transistors macht sich bemerkbar. Man tippt dort selbstverständlich nur 1polig an, denn die ZF-Kreise werden schon von einigen Picofarad Parallelkapazitäten verstimmt. 2polig an die jeweilige Basisstrecke angeschlossen, erlaubt z. B. der TS 3 den Abgleich des folgenden Kreises auf die AM-ZF (mit etwas Übung bezüglich des Gehörs). Am Eingang der Mischstufe schließlich liefert er im Abstand von etwa 94 kHz im Lang- und Mittelwellenbereich Signale, deren NF-Modulation nach Durchlaufen von HF- und ZF-Verstärker, Demodulator und NF-Teil wieder im Lautsprecher hörbar wird.
Überall dort aber, wo ein Verstärker für sich allein, ohne Schallwandler, getestet werden soll, also auch beim Herausgreifen einer einzelnen Stufe, verstärkt der TS 6 das eingespeiste Signal und macht es wieder hörbar.

Ein Hinweis noch zum Schluß dieses Abschnitts: Empfängertests sind nicht immer eindeutig, z. B. wenn der Tester ungewollt induktiv auf den Ferritstab koppelt oder sich das Signal über alle möglichen Wege in den HF-Teil „schleicht", wenn der NF-Teil getestet werden soll. Dann hilft nur Auftrennen des Signalwegs vor den zu untersuchenden Stufen.

2.2. Überblick über die vorgestellten Tester

In den folgenden Baubeschreibungen wird von nur 2 Gehäusetypen Gebrauch gemacht: 5 der 6 Schaltungen passen in „Typ 1", einen handlichen Prüfstift von etwa quadratischem Querschnitt. Sein Bau wird ausführlich beschrieben.
Einsätze von 15 mm × 80 mm in 5 Fällen und einmal 33 mm × 70 mm enthalten die verschiedenen Varianten. Jede Baugruppe trägt vorn eine Buchse für die Tastspitze. Diese Buchse muß für die höchste mögliche Spannung gegen Gehäuseinnenwände und Schaltung isoliert sein, ebenso die an die Buchse angeschlossene Seite des 1-nF-Scheibenkondensators von mindestens 500 V Betriebsspannung.

Jeder Schaltung sind Impulsbild und Bildschirmfoto beigegeben. Das Impulsbild gilt für eine Belastung des Testerausgangs mit etwa 100 kΩ (Eingang eines Oszillografenverstärkers, f_g etwa 1 MHz), das Bildmuster für die Belastung mit dem Bildverstärkereingang (etwa 3 kΩ) bei TS 1 bis TS 3 und für den 240-Ω-Tunereingang bei TS 4 und TS 5.
Es ist dem Fortgeschrittenen verständlich, daß der aus Spannungsgründen in der Kapazität kleine Auskoppelkondensator bei Lastwiderständen in der Größenordnung von $\frac{1}{\omega C}$ oder wesentlich darunter eine erhebliche Verformung der Ausgangskurve, verbunden mit einer entsprechenden Spannungsteilung, hervorruft. Das bezieht sich vor allem auf niedrige Frequenzen (Tonfrequenzbereich), wo schnell ein hohes $\frac{1}{\omega C}$ erreicht wird. Die erste Tatsache ist für ein Prüfsignal, das man einfach nur hören will, von geringer Bedeutung. Im Gegenteil, dieses Hochpaßverhalten des Ausgangs kommt der Forderung entgegen, daß Signalgeber ein möglichst breites Frequenzband abgeben sollen. Die Amplituden der in der Schwingung enthaltenen Oberwellen aber klingen mit wachsender Frequenz nach bestimmten Gesetzen ab. Die Grundschwingung wird, wenn es sich um einen niederohmigen Lastwiderstand (Eingang des Prüfobjekts) handelt, infolge der genannten Spannungsteilung stark gedämpft. Bei höheren Harmonischen (wie man die Oberwellen auch nennt) ist die Gesamtspannung zwar kleiner, dafür kommt aber ein größerer Prozentsatz zur Wirkung. Man muß sich beim Einsatz

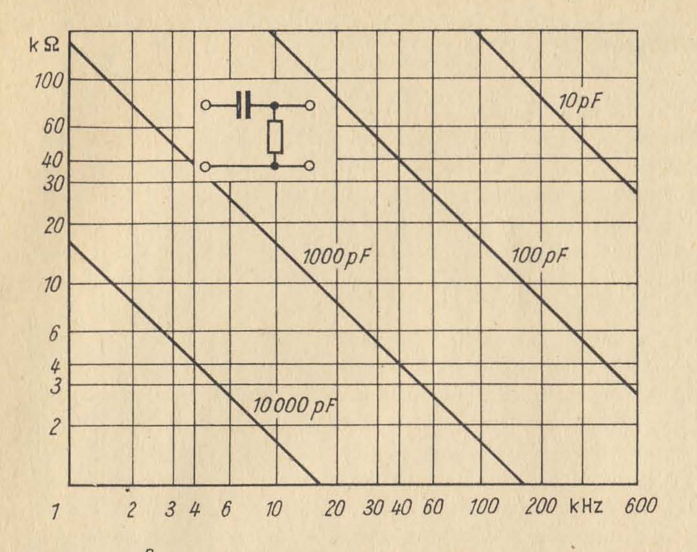
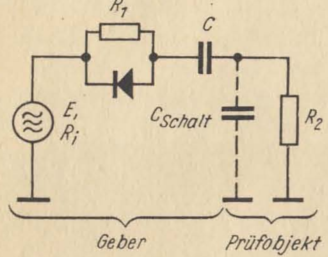
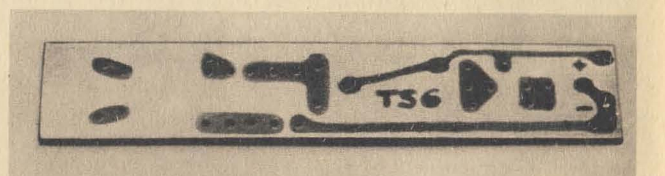


Bild 1
„Frequenztapete" für das Verhalten von R und C

Bild 2
Ersatzschaltung für das Zusammenwirken von Geber und Prüfling

Bild 3
Gezeichnetes Leitungsmuster





des Gebers über diese Verhältnisse im klaren sein, wenn man die „Antwort" des Prüflings, z. B. bezüglich der Lautstärke, beurteilen will.
Bild 1 zeigt den sich ergebenden Hochpaß unter Vernachlässigung des Innenwiderstands des Testers sowie den Verlauf des kapazitiven Widerstands über der Frequenz. Da die Spannungen an den Elementen einer Serienschaltung von R und C um 90° phasenverschoben sind, zeigt jeweils der Schnittpunkt einer beliebigen R-Linie mit der C-Linie an, bei welcher Frequenz an einem Lastwiderstand R gerade noch der $\frac{1}{\sqrt{2}}$ fache Wert (≈0,7) der „Quellen"-Spannung erscheint. Bild 1 stellt einen Ausschnitt aus einem vom Fachmann „Frequenztapete" genannten Diagramm dar, bei dem lediglich die L-Linien fehlen. Zum Abschätzen der Frequenzabhängigkeit von Kombinationen aus R und C, R und L oder C und L (Resonanzfrequenz von Schwingkreisen!) ist diese „Tapete" ein sehr nützliches Arbeitsmittel. Man findet sie u. a. in ⟨4⟩. Aus diesen Betrachtungen wird deutlich, daß die von den genannten Testern abgegebenen Spannungen in vielen Fällen nur 1polig eingespeist werden müssen. Der Stromkreis schließt sich dann praktisch über die wenigen Picofarad „Handkapazität", weil die Prüfobjekte meist mit wenigen Millivolt Eingangsspannung bereits ein zur Beurteilung ausreichendes Ausgangssignal liefern.
Die beschriebenen Signalgeber sollen also Objekte, die auf Frequenzen zwischen Hörbereich und mehr als 100 MHz ansprechen, testen können. Im Interesse eines vertretbaren Aufwands, den die Prüfstiftform infolge eines kleinen verfügbaren Volumens fordert, müssen diese

Frequenzen mit möglichst wenig Bauelementen erzeugt werden. Nicht jede der beschriebenen Schaltungen vermag daher den gesamten wünschenswerten Bereich zu erfassen. Lediglich das Spektrum des TS 5 läßt sich von wenigen 100 Hz bis zu mehr als 200 MHz nachweisen.

Bekanntlich lassen sich alle – auch die komplizierten – Kurven auf die Summe einer mehr oder weniger großen Anzahl von Sinusschwingungen zurückführen (man bedient sich dazu der Fourier-Analyse). Diese Tatsache ist maßgebend für die Gestaltung der Testerausgänge. Während beim TS 1 (ideale Rechteckkurve vorausgesetzt) die Schwingung 100 f noch mit $^1/_{100}$ der Amplitude von f auftritt, gehorchen die Impulse am Ausgang des Sperrschwingertrafos von TS 2 bezüglich ihrer Zusammensetzung einer wesentlich komplizierteren Funktion. Bei TS 3 bis TS 5 wird das Verhältnis von Oberwellen zu Grundschwingung durch eine Diode erhöht; denn bei diesen Schaltungen entsteht zunächst in einem Schwingkreis eine der Sinusfunktion sehr ähnliche Schwingung. Die zusätzliche Verzerrung durch die „krumme" Diodenkennlinie bringt den genannten Effekt. Außerdem bildet sie zusammen mit ihrem Parallelwiderstand, dem Koppelkondensator und dem Eingang von NF-Verstärkern eine Demodulatorschaltung. Das bewirkt ein Ansprechen dieser Verstärker auf die niederfrequente Unterbrechungsfrequenz der HF-Schwingung.

Bild 2 deutet diesen Vorgang an. Man erkennt, daß R 1 den Gleichstromweg in der Sperrphase der Diode schließt und für die Entladung des Koppelkondensators in den Pulspausen sorgt. Das sichert z. B. beim Bildverstärkereingang des Fernsehempfängers ein kräftiges Bildmuster. Ohne R1 würde sich C aufladen und für die Ausgangsimpulse als Gegenspannung wirken.

TS 3 und TS 4 geben einmal eine HF-Schwingung ab, deren Frequenz von einem Schwingkreis bestimmt wird; jeweils im Abstand dieser Frequenz erscheinen außerdem zahlreiche Oberwellen abnehmender Amplitude, alle moduliert mit der hörbaren Unterbrechungsfrequenz. Beim TS 3 läßt sich dieses Spektrum (nach oben hin immer mehr „verwaschen") im Rundfunkempfänger bis etwa 2 MHz nachweisen. Die Grundschwingung hat ein f von ungefähr 94 kHz; dadurch läßt sich im Fernsehempfänger ein stehendes Bild erzeugen. 94 kHz ist in guter Näherung die 6. Harmonische von 15 625 Hz, der Zeilenfrequenz. Die Unterbrechungsfrequenz ergibt sich als Vielfaches von 50 Hz und liefert um 400 Hz ein ruhiges Bild.

Beim TS 4 arbeiten wir mit einer Grundfrequenz von etwa 2,14 MHz, deren 5. Harmonische in den Bereich der FM-ZF fällt. Auch sie wird wieder mit einer hörbaren NF unterbrochen, so daß die Schaltung der des TS 3 ähnlich ist. Im TS 5 schließlich liegt eine Kombination von TS 3 und modifiziertem TS 4 vor. Während der TS 4 gewissermaßen den „oberen Anschluß" des TS 3 darstellt und für den Hörrundfunk-Amateur zusammen mit TS 3 allen Ansprüchen gerecht wird, liegt die Grundfrequenz des zweiten Generators im TS 5 bei 10,7 MHz. Zusammen mit dem TS-3-Teil bietet der TS 5 daher ein Spektrum, das speziell den Forderungen des Fernsehservice entgegenkommt: NF- und HF-Signal des TS-3-Teiles prüfen NF- und Bildverstärker. Das HF-Signal des abgewandelten TS-4-Teiles, moduliert mit dem gesamten TS-3-Signal, läßt bei Antasten der ZF- und HF-Stufen (also bis zum Tunereingang) das gewohnte TS-3-Bildmuster auf dem Schirm erscheinen. Nachteilig für die Zwecke des KW-Amateurs ist die Lücke zwischen etwa 2 und 10,7 MHz. Sie läßt sich aber beseitigen, wenn man bei Bedarf Rückkoppel- und Schwingkreiskondensator vergrößert – allerdings wegen des Schalters ein Raumproblem.

Auch die Oberwellen der beiden reinen NF-Schaltungen (TS 1 und TS 2) lassen sich noch bis weit ins HF-Gebiet hinein nachweisen, wie die eingangs gebrachte kleine Rechnung zeigt. Man muß dabei bedenken, daß im allgemeinen mit der Frequenz des Prüfobjekts auch seine Empfindlichkeit wächst. Bekanntlich multiplizieren sich die Verstärkungen der einzelnen Stufen

eines Empfängers, der z. B. mit einer Mischstufe für 7,5 MHz (40 m) beginnt, einen ZF-Verstärker von 470 kHz enthält und nach Demodulation das auf diese Weise gewonnene NF-Signal weiter verstärkt. Hat im Idealfall das Signal des TS 1 (Grundfrequenz sei 1 kHz) bei 7,5 MHz noch $^{1}/_{7500}$ der Grundschwingungsamplitude, so erhält man bei einer Gesamtverstärkung (bezogen auf das demodulierte Signal) von 7500 bis zur ersten NF-Stufe das gleiche Ausgangsignal wie beim direkten Antasten dieser NF-Stufe.
Dies war eine stark vereinfachte Darstellung der Funktion, der Gemeinsamkeiten und der Unterschiede der einzelnen Testerschaltungen. Hauptaufgabe der Baupläne ist es, Anleitung für den Selbstbau von Geräten zu geben, damit man über die praktische Beschäftigung Einblick in ihre funktionellen Zusammenhänge gewinnt. Für theoretische Erläuterungen steht wenig Raum zur Verfügung. Erst das Studium entsprechender Literatur kann zum tieferen Verständnis führen.

3. Praktischer Aufbau

3.1. Gestaltung der Leiterplatten

Da 5 der 6 beschriebenen Geräte im gleichen Gehäuse untergebracht werden, haben sie selbstverständlich auch gemeinsame konstruktive Merkmale. Zu diesen Kennzeichen gehört das Format der Leiterplatte von 15 mm × 80 mm. Auf den Aufbau mittels Lochplatte wurde bewußt verzichtet. Sie bietet bei der vorliegenden Konzeption keine genügende mechanische Sicherheit und ist damit auch elektrisch zu unsicher. Andererseits dürfte es heute jedem Amateur möglich sein, einfache Leitungsmuster selbst anzufertigen. Ein unkompliziertes und sicher vielen schon bekanntes Verfahren wird dazu weiter unten beschrieben. Alle vom Autor verwendeten Leiterplatten entstanden auf diese Weise.
Den Regeln der Kleinbautechnik entsprechend liegen die Löcher zur Aufnahme der Bauelemente in den Schnittpunkten eines gedachten Liniennetzes von 1 mm Maschenweite und sind 1 mm groß. Eine Ausnahme bilden lediglich die beiden Löcher für Stecklötösen, falls man solche verwendet. Sie haben einen Durchmesser von 1,3 mm.
Nach bewährter Bauplanart wurden Leitungsmuster und Bauelementeseiten im Maßstab 1:1 wiedergegeben, was viele Maßangaben erspart. Es genügt, ein passendes Stück Halbzeug mit der Folienseite unter die Musterzeichnung (jeweils Bildteil a) zu legen, mit Klebeband zu sichern und die Lochmarkierungen durchzustechen. Die nach dem weiter unten beschriebenen Verfahren entstandene Leiterplatte wird dann mit den Bauelementen jeweils nach Bildteil b bestückt.
Bei Transistoren wurden nur die Anschlüsse bezeichnet, die übrigen Bauelemente erscheinen in halbsymbolischer Darstellung.
Die Bilder stellen also bauplanbedingte Kombinationen aus Bearbeitungs-, Leiter- und Bestückungszeichnung dar. (Zu beachten ist weiterhin, daß jeweils die Kurzform benutzt wird: k = kΩ, n = nF, p = pF, μ = μF.)
Besondere Beachtung ist dem Eingangsteil und seinen Sicherheitsabständen zu widmen. Eine mit 2 Muttern versehene Telefonbuchse wird mit einem etwa 0,8 mm dicken Draht so in den beiden ersten Löchern befestigt, daß sie von der Vorderkante noch 1 mm entfernt bleibt. Weitere Einzelheiten gehen jeweils aus Bildteil b hervor. Der Haltedraht liegt zwischen den beiden Muttern, die entsprechend nahe zueinander angeschraubt sind. Die Buchse ruht auf einer von den beiden Muttern bestimmten Fläche. Je nach günstigster Anordnung wird der Koppelkondensator direkt an der Buchse oder in einem der beiden noch freien Lötaugen angelötet. Er ist so anzuordnen, daß seine der Buchse zugekehrte Seite möglichst weit sowohl

von der leitenden Gehäuseinnenfläche als auch von den übrigen Bauelementen entfernt bleibt. Er muß festliegen; seine Lage darf sich auch bei Einführen der Tastspitze nicht ändern. Zur Gesamtsicherheit trägt auch der große Abstand der vorderen Lötaugen von der übrigen Schaltung bei. Dort darf also kein Kupfer auf dem Halbzeug bleiben.
Die übrigen Bauelemente verteilt man auf die ihnen zugeordneten Löcher und kontrolliert, ob noch irgendwo Berührungen möglich sind. Beim Entwurf wurde versucht, mit möglichst ständig erhältlichen Bauelemententypen auszukommen. Für die Widerstände sind jedoch unbedingt 1/20-W-Typen einzusetzen, andernfalls ergeben sich besonders beim TS 1 Platzschwierigkeiten.
Die Transistoranschlüsse überzieht man mit PVC-Schlauch, so daß die Transistoren in freie Stellen zwischen den übrigen Bauelementen eingeformt werden können. Die Gesamthöhe des Einsatzes von der höchsten Lötstelle bis zum höchsten Bauelement darf 14 mm nicht übersteigen. Das Leitungsmuster soll nur in seinen positiven Teilen bis zum Plattenrand reichen, damit es im Gehäuse nicht zu Kurzschlüssen kommen kann.

3.2. Herstellen des Leitungsmusters

Auch bei diesem Komplex müssen wir uns auf das Notwendigste beschränken. In ⟨6⟩ findet man eine umfassende Darstellung des gesamten Gebiets. Das im vorliegenden Plan beschriebene Verfahren gehört zu den einfachsten. Es läßt sich in die Arbeitsgänge Ankörnen – Bohren – Zeichnen – Ätzen – Säubern untergliedern.

3.2.1. Ankörnen

Ein Stück des handelsüblichen kupferkaschierten Schichtpreßstoffs wird passend gesägt (Laubsäge) und mit der Folienseite genau unter der gewünschten Leiterplatte (Bildteil a) befestigt, z. B. mit Klebeband. Wer sich zwei Baupläne besorgt hat, kann dieses Stück Zeichnung auch ausschneiden und auf die Folie legen.
Mit einem spitzen Gegenstand (Reißnadel o. ä.) sticht man durch die Markierungspunkte des Musters, so daß diese auf die Folie übertragen werden. Wer Ankörnen gelernt hat, kann auch sofort durch das Papier hindurch mit dem Körner die zum genauen Bohren notwendigen Vertiefungen anbringen. Allerdings darf das nur mit sehr leichten Hammerschlägen geschehen, sonst platzt das Hartpapier! Ungeübte drehen besser die durchgedrückten Punkte mit der Messerspitze etwas in die Folie hinein.

3.2.2. Bohren

Schon die Vorschrift, bereits vor den chemischen Arbeitsgängen ein maßgerechtes Halbzeugstück anzufertigen, wich von den üblichen Verfahren ab. Das trifft auch auf das Bohren zu. Die Löcher müssen etwa 1 mm Durchmesser aufweisen. Das bedeutet: Als Werkzeug sollte mindestens eine der überall für weniger als 10,– MDN erhältlichen Handbohrmaschinen benutzt werden. Ein Bohrer von nur 1 mm Durchmesser biegt sich aber schnell einmal oder bricht sogar ab, wenn man eine solche Maschine aus der freien Hand bedient. Besser ist es, sie für diese Arbeit in einen kleinen Tischschraubstock zu spannen, der ebenfalls bei keinem Amateur fehlen sollte.
Halbzeugplatte und ein geeignetes Gegenlager (Hartpapier, Hartholz) werden nun zusammen langsam senkrecht gegen den Bohrer geführt. Die Platte enthält also bereits die Löcher, bevor man mit dem Zeichnen beginnt. Dieses Verfahren bietet einen großen Vorteil: An manchen Stellen liegen die Löcher sehr dicht beieinander. Hätte man zunächst das Leitungsmuster geätzt, anschließend gebohrt und dabei eventuell einige Bohrungen verschoben, so würde es beim Löten Schwierigkeiten geben.

3.2.3. Zeichnen

Es ist gleichgültig, ob man das Leitungsmuster zunächst mit Blaupapier durchpaust (wegen der Löcher nur als „Richtlinien" zu betrachten) oder aus freier Hand abzeichnet. Benötigt wird eine Redisfeder ³/₄ mm oder besser eine Röhrchenfeder mit einer Öffnung von 0,6 mm. Als Decklack eignen sich viele Substanzen: Nagellack, verdünnter Nitrolack, in Spiritus gelöstes Kolophonium, aber natürlich auch Kopierlack, wie er im fotomechanischen Verfahren gebraucht wird. Die vorgestellten Schaltungen wurden mit diesem Lack gezeichnet, der dünnflüssig ist und sich nach dem Zeichnen gut aus der Feder entfernen läßt. Mit Kopierstiftmine kann er über den Umweg Spiritus kräftig blau gefärbt werden und wurde speziell für das Abdecken von Metallflächen gegen Ätzflüssigkeiten geschaffen. In unserem Fall wird er ohne Sensibilisierungszusatz verwendet. Er würde sonst nur unnötig aushärten und das Säubern der Feder erschweren. Auf der Folie haftet er gut und trocknet schnell. Beim Zeichnen beginnt man mit den Kreisen um die Löcher, den späteren Lötaugen. Diese dürfen nicht größer sein, als es das übrige Muster erlaubt. Besonders aber die Buchsenbefestigungen und die benachbarten Partien sind keinesfalls zu verbreitern, damit die erforderlichen Sicherheitsabstände gewahrt bleiben. Andererseits soll kein Lötauge einen kleineren Durchmesser als 2 mm haben, sonst wird die Haftfestigkeit in Frage gestellt. Das fertige Muster ist nochmals mit der Vorlage zu vergleichen. Breitgelaufenen Lack entfernt man mit einer Rasierklinge o. ä. Ein solches gezeichnetes Leitungsmuster zeigt Bild 3.

3.2.4. Ätzen

Eisen-III-Chlorid erhält man in größeren Drogerien. Es genügt eine kleine Menge. Schon mit 50 g (!) oder etwa 100 cm³ Lösung kommt man aus. Beim Umgang ist Vorsicht geboten – die Substanz färbt Haut und Kleidung. Kinder sollte man keinesfalls heranlassen. Beim Auflösen des Pulvers (ungefähr in gleicher Menge Wasser) entsteht Wärme, daher empfiehlt sich ein Steingutgefäß. Metall darf nicht verwendet werden. Ein Wattebausch, in eine Fotoklammer eingespannt, genügt als Ätzwerkzeug. Bei vorsichtigem Wischen ist das Muster nach wenigen Minuten freigeätzt. Eine gründliche Spülung in Leitungswasser schließt sich an.

3.2.5. Säubern

Mit dem je nach Lack geeignetsten Lösungsmittel oder mit Ata entfernt man die Deckschicht und reibt die Oberfläche mit einem Lappen trocken. Anschließend kann noch mit einer Kolophonium-Spiritus-Lösung abgedeckt werden, was später das Löten wesentlich erleichtert.

3.3. Bestücken und Prüfen

Soweit es sich um das Bestücken und Prüfen der einzelnen Schaltungen handelt, sind dort spezielle Hinweise zu finden. Im übrigen ist das Bestücken, wenn man sich an den Bildteil b der jeweiligen Plattendarstellung hält, völlig unproblematisch, vorausgesetzt, die Bauelemente haben keine größeren Dimensionen, als angegeben.

Die „Kunst des Lötens" wurde bereits in den vorangegangenen Plänen ausführlich beschrieben. Allerdings handelte es sich dort hauptsächlich um das „konventionelle" Löten von Draht mit Draht. Die Besonderheiten des Lötens von Leiterplatten enthält zwar die angeführte Literatur, doch sollen an dieser Stelle einige Bemerkungen folgen. Der Autor geht dabei von der Annahme aus, daß heute zwar die gedruckte Schaltung geistiges Allgemeingut unserer Elektroniker geworden ist, daß aber der Anfänger mit ihren Eigenarten noch näher vertraut gemacht werden muß. Die nur etwa 35 µm dünne Folie wurde vom Hersteller auf den Träger geklebt. Der Kleber verträgt keine Dauerlötung. Die Lötstelle muß sich daher schnell bilden. Voraussetzungen: gut vorverzinnte Bauelementeanschlüsse und zur Lötung vorbereitetes Lötauge (lötbarer Überzug, s. o.) oder wirksames Flußmittel (z. B. Löttinktur WFF) sowie saubere Lötkolbenspitze mit nur wenig Zinn. Besonders geeignet sind die modernen 35- bis 40-W-Kolben.

Vor dem Löten ist darauf zu achten, daß das Bauelement isolierstoffseitig richtig aufliegt, daß also der Anschluß bis zum Anschlag durchgesteckt wurde. Andernfalls kann ein später auf das Bauelement ausgeübter Druck die Folie abreißen lassen. Die Anschlüsse werden kurz abgeschnitten, aber nicht umgebogen, damit das Bauelement, wenn erforderlich, auch wieder entfernt werden kann. In einem solchen Falle gibt man zunächst etwas Flußmittel auf die Lötstellen, schüttelt die Kolbenspitze ab und zieht bei nach unten gekehrtem Leitungsmuster zunächst das Zinn weitestgehend vom Lötauge ab. Danach läßt sich unter erneuter schneller Erwärmung das Anschlußende leicht aus dem Loch ziehen.

Die fertige Schaltung sollte man nicht unmittelbar an die vorgesehene Batteriespannung legen. Zu leicht kann sich irgendwo ein Kurzschluß eingeschlichen haben, kann ein Widerstandswert falsch sein. Am sichersten geht man, wenn alle Bauelemente vor dem Einbau nochmals geprüft werden. Das setzt aber entsprechende Mittel voraus. Zumindest sollte man zunächst in die Batterieleitung eine kleine Glühlampe schalten (in Serie zur Schaltung!), die zur Batterie paßt. Es kommt in unserem Falle also eine 2- bis 2,5-V-Lampe in Frage. Wegen ihres größeren Widerstands dürfte jedoch eine 3,8/0,07-A-Lampe sicherer sein. Leuchtet sie, dann ist bestimmt irgendwo ein Kurzschluß.

Besitzer eines Vielfachmessers haben es leichter. Abgesehen davon, daß sie entsprechend Bauplan 4 (7) ihre Transistoren testen können, läßt sich auch die Stromaufnahme der Schaltung genau kontrollieren. Außerdem kann man z. B. die Kollektorspannung messen und daraus bei entsprechender Erfahrung wichtige Schlüsse ziehen. Doch Erfahrung muß schließlich jeder selbst sammeln. Besondere Hinweise zur Inbetriebnahme findet der Leser bei den einzelnen Schaltungen.

3.4. Gehäuse

Worauf es bezüglich der Sicherheit vor Berührungen ankommt, wurde bereits unter 2. ausführlich behandelt. Das in zwei Varianten beschriebene Gehäuse stellt nach außen hin einen Isolierstoffkörper mit Innenmetallisierung dar. Die Metallisierung ist notwendig, damit das Signal nur am Ausgang erscheint. Andernfalls wirkt der ganze Stift im eingeschalteten Zustand als Störquelle. Nach den gesetzlichen Bestimmungen ist es aber verboten, Signale – ob gewollt oder ungewollt – abzustrahlen. Daher muß das Gehäuse schirmend wirken. Außerdem soll man das Gerät möglichst bei Betrieb am Objekt erden. Schließlich darf man am Ausgang keine Leitung anschließen, deren Länge in die Größenordnung der höchsten auftretenden Wellenlänge fällt. Das sind aber bei 200 MHz schon wenige Zentimeter (vgl. 3.4.2., unten)!

Isolierstoff mit Metallisierung ist als Leiterplattenhalbzeug erhältlich. Man schlägt mit ihm sozusagen „zwei Fliegen mit einer Klappe": Die einzelnen Gehäuseteile werden einfach innen kantenweise aneinandergelötet, und die auf diese Weise entstandene innere Metallhülse wirkt als Abschirmung.

Bei diesem Aufbau gibt es einige kleine Kniffe. Zunächst erinnere man sich daran, daß die Haftfestigkeit der Folie nicht unbegrenzt ist. Auf jeden Fall bestreiche man die zu lötenden Kanten vor der Montage mit Flußmittel und verzinne sie schnell. Das geht recht gut. Beim Zusammenlöten der senkrecht aufeinanderstehenden Kanten muß darauf geachtet werden, daß keine schiefen Wände entstehen. Einen Ausweg bietet eine Schablone: Aus einem Stück Hartpapier von 1,5 bis 3 mm Dicke sägt man rechtwinklig zueinander 2 Schlitze, die sich an einem Ende treffen. Ihre Ausdehnung entspricht dem Querschnitt der zu verbindenden

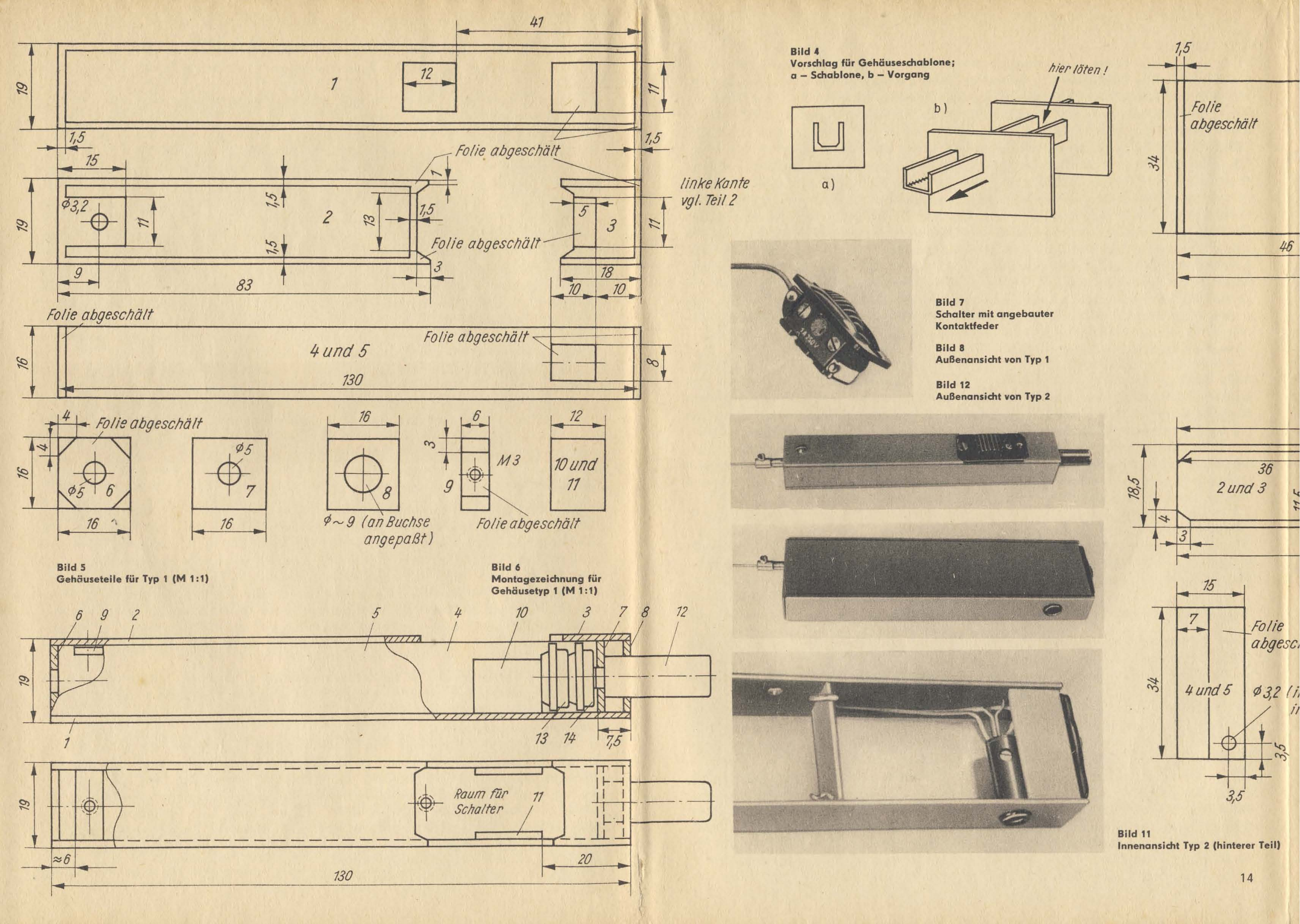


Bild 4
Vorschlag für Gehäuseschablone; a – Schablone, b – Vorgang

Bild 5
Gehäuseteile für Typ 1 (M 1:1)

Bild 6
Montagezeichnung für Gehäusetyp 1 (M 1:1)

Bild 7
Schalter mit angebauter Kontaktfeder

Bild 8
Außenansicht von Typ 1

Bild 12
Außenansicht von Typ 2

Bild 11
Innenansicht Typ 2 (hinterer Teil)

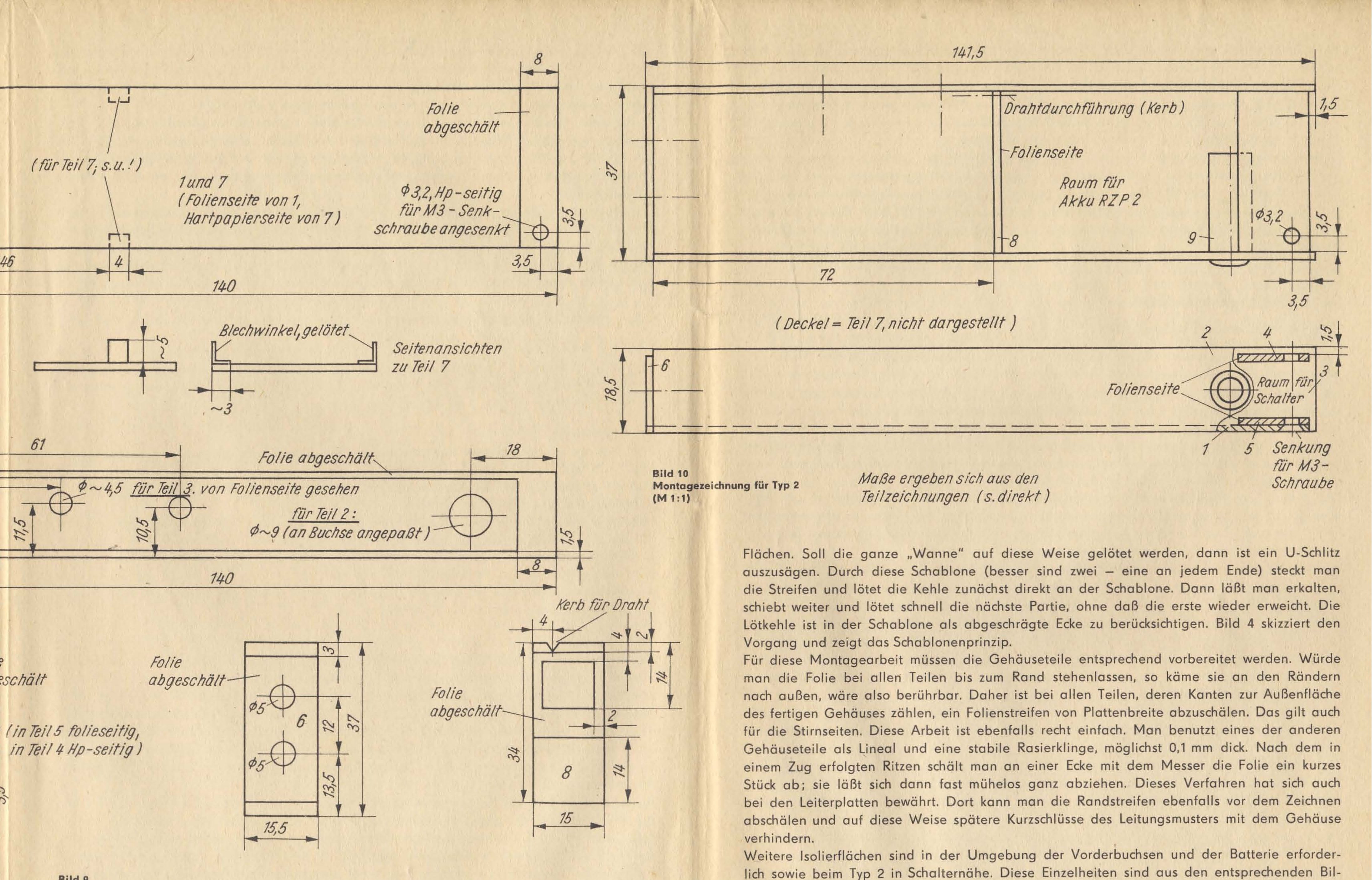


Bild 9
Gehäuseteile für Typ 2 (M 1:1)

Bild 10
Montagezeichnung für Typ 2
(M 1:1)

Flächen. Soll die ganze „Wanne" auf diese Weise gelötet werden, dann ist ein U-Schlitz auszusägen. Durch diese Schablone (besser sind zwei – eine an jedem Ende) steckt man die Streifen und lötet die Kehle zunächst direkt an der Schablone. Dann läßt man erkalten, schiebt weiter und lötet schnell die nächste Partie, ohne daß die erste wieder erweicht. Die Lötkehle ist in der Schablone als abgeschrägte Ecke zu berücksichtigen. Bild 4 skizziert den Vorgang und zeigt das Schablonenprinzip.

Für diese Montagearbeit müssen die Gehäuseteile entsprechend vorbereitet werden. Würde man die Folie bei allen Teilen bis zum Rand stehenlassen, so käme sie an den Rändern nach außen, wäre also berührbar. Daher ist bei allen Teilen, deren Kanten zur Außenfläche des fertigen Gehäuses zählen, ein Folienstreifen von Plattenbreite abzuschälen. Das gilt auch für die Stirnseiten. Diese Arbeit ist ebenfalls recht einfach. Man benutzt eines der anderen Gehäuseteile als Lineal und eine stabile Rasierklinge, möglichst 0,1 mm dick. Nach dem in einem Zug erfolgten Ritzen schält man an einer Ecke mit dem Messer die Folie ein kurzes Stück ab; sie läßt sich dann fast mühelos ganz abziehen. Dieses Verfahren hat sich auch bei den Leiterplatten bewährt. Dort kann man die Randstreifen ebenfalls vor dem Zeichnen abschälen und auf diese Weise spätere Kurzschlüsse des Leitungsmusters mit dem Gehäuse verhindern.

Weitere Isolierflächen sind in der Umgebung der Vorderbuchsen und der Batterie erforderlich sowie beim Typ 2 in Schalternähe. Diese Einzelheiten sind aus den entsprechenden Bildern ersichtlich.

3.4.1. Gehäuse für TS 1 bis TS 4 und TS 6

Die Teile des „Typ 1" zeigt Bild 5, soweit es sich um den kupferkaschierten Isolierstoff handelt. Eine Bananensteckerkupplung (4-mm-Messingrohr mit Madenschraube in Preßstoffhülse) und 2 Schrauben M 3 (nach Möglichkeit Senkkopf) vervollständigen das Gehäuse. Den Zusammenbau und die Lage der beiden 50-mAh-Knopfzellen erkennt man aus Bild 6. Meist wird man auf diese Art die Teile eindeutig fixieren können; denn auf jeden Fall darf nirgends die Folienseite nach außen kommen. Die Teile 10 und 11 sind so einzusetzen, daß ihre Folie im Gehäuse sichtbar bleibt. Sie werden nur am Gehäuseboden mit einer verzinnten Kehle angelötet. Auch die Folienseite von Teil 7 bleibt sichtbar, ist also den Akkus zugekehrt. Der Steg 9 findet dicht unterhalb der Seitenkante Platz, Entfernung der Lochmitte vom Gehäuseanfang etwa 6 mm. Er läßt sich (Folie nach oben!) beidseitig an den Seitenwänden „gerade noch" anlöten. Die später oben liegenden Kanten der Teile 4 und 5 schrägt man folienseitig etwas ab, damit sie nur am Steg 9 in Kontakt mit dem Deckel kommen. Andernfalls werden die axial liegenden Spulen von TS 3 und TS 4 unnötig bedämpft.

Nun zur Reihenfolge bei der Montage. Zunächst verbindet man die Teile 1, 4 und 5 miteinander, am besten mit Hilfe der Schablone nach Bild 4. Teil 8 erhält das zur Steckerkupplung passende Loch. Es hat etwa 9 mm Durchmesser. Ein solches Loch in einem so kleinen Teil läßt sich schlecht maschinell bohren, wenn man keine Vorrichtung (mindestens einen Schraubstock) hat. Handbohrmaschinen fassen aber keine so großen Bohrer. Man bohrt daher zunächst so groß, wie man kann, und weitet dann mit anderen Hilfsmitteln auf. Das ist zwar etwas primitiv, hilft aber. Es eignen sich Feilenhefte, anderes Vierkantmaterial und die Spitze der Justierzange. Diese Gegenstände steckt man folienseitig in das Loch und reibt, mit größer werdendem Durchmesser immer vorsichtiger, gleichmäßig auf. Mit dem Taschenmesser wird von Zeit zu Zeit der Grat entfernt. Das Loch hat die richtige Größe, wenn sich die Kupplung – unsere spätere Massebuchse – von der Folienseite aus so weit in das Loch pressen läßt, daß sie noch etwa 4 bis 4,5 mm über der Folienseite bleibt. Ihre eigene und die konische Form des Loches erleichtern das. Die Messingbuchse wird nun nach Entfernen der Madenschraube zunächst aus der Hülle genommen. Man führt sie mit der Seite, auf der die kleinere Bohrung sichtbar ist, in die Isolierstoffseite von Teil 7, so daß sie fast gar nicht auf der Folienseite herausragt. Dort wird sie angelötet. Es empfiehlt sich, diesen Arbeitsgang auf einem Holzklotz auszuführen, der ein Aufnahmeloch für die Hülse enthält.

Teil 3 und Teil 11 werden jetzt folienseitig miteinander durch Löten verbunden und in die Gehäusewanne eingesetzt. Man erreicht mit einer gebogenen Lötkolbenspitze sicher einige Stellen, an denen die Verbindung erfolgen kann. Danach schiebt man Teil 7 – ggf. mit wegen der Lötstellen abgeschrägten Ecken – unter Teil 3 und mit der Messinghülse in Teil 12. Es folgt die entsprechende Lötung. Schließlich setzt man noch Teil 6 vorn ein, so daß er mit den Wannenkanten abschließt, selbstverständlich wieder mit der Folienseite nach innen. Der Deckel erhält an der durch die Lage von Teil 9 bestimmten Stelle ein Durchgangsloch für die Befestigungsschraube. Mit geringeren Genauigkeitsforderungen kommt man übrigens aus, wenn zunächst dieses Loch allein vorhanden ist und man Teil 9 noch ohne Bohrung montiert. Vom Deckel (Teil 2) wird dann auf den Steg durchgebohrt (2,4 mm Durchmesser), was unter nur leichtem Druck geschehen sollte. Danach schneidet man in das Stegloch Gewinde M 3. Wenn ein Gewindebohrer fehlt, kann man sich mit einem Loch von etwa 2,7 mm Durchmesser behelfen, in das zuerst eine M-3-Schraube vorsichtig als Gewindebohrer eingedreht wird (jeden Gang mehrmals hin und her bewegen). Die spätere Befestigungsschraube darf den Steg innen nur unwesentlich überragen. Noch besser ist es, zwischen Buchse und Steg ein Stück Hartpapier, etwa 1 mm dick, anzubringen, so daß zwischen Schraube und Buchse eine

möglichst große Luftstrecke entsteht. Übrigens sollte man den ganzen vorderen Gehäuseteil entsprechend mit Isoliermaterial auskleiden, damit auch zu den Wänden und zum Deckel hin sowohl Buchse als auch Trennkondensator genügend Abstand erhalten – elektrisch gesehen.

Den Deckel versieht man längs der schwalbenschwanzartigen Enden mit 2 ungefähr 10 mm überstehenden Drähten, die angelötet werden und beim Schließen unter den Schalter gleiten. Dadurch hält der Deckel auch hinten fest.

Der Schalter (Typ 760 U der Fa. Lanco), dessen Platz zwischen Teil 2 und Teil 3 ist, wird mit einer entsprechend langen Schraube nur vorn am Gehäuseboden befestigt. Die genaue Lage ergibt sich, wenn man Teil 3 zusammen mit Teil 7 und 8 eingebaut hat. Als Richtwert gelten 47 mm, gemessen von der hinteren Gehäusekante. An dieser Stelle erhält der Gehäuseboden ebenfalls ein M-3-Gewinde. Leider konnte dieses Loch in Bild 5 nicht dargestellt werden. Es ist notwendig, um dieses noch vor dem Zusammenlöten eine mindestens 11 mm × 11 mm große Fläche von der Folie zu befreien – aus den inzwischen bekannten Gründen. Außerdem überzieht man die Schraube wegen der anstoßenden Leiterplatte mit stabilem Isolierschlauch.

Selbstverständlich dürfte sein, daß man die Kanten der Teile vor der Montage mit einer Feile glättet. Nach dem Zusammenbau werden nun nochmals scharfe Kanten „gebrochen" und kleine Unebenheiten beseitigt. Die Baugruppe legt man zwischen Schalterschraube und Vorderwand ein. Ein Stück wasserabstoßende Pappe oder Ölleinen, unter der Leiterseite bis zur Höhe der Buchsenöffnung gezogen, sichert vor Kurzschlüssen. Den Pluspol lötet man innen am Gehäuse an. Der Minuspol wird über den Schalter geführt. Das Gerät wäre jetzt betriebsfertig, fehlte nicht noch der Minuskontakt für die Knopfzellen. Man gewinnt ihn aus einer Anschlußfeder eines alten RZP-2-Akkus. Die auf der Akkuseite liegenden Schalterkontakte werden entfernt und statt ihrer diese Feder angebracht. Der Ausbau der Kontakte erfordert lediglich das Lösen der beiden Senkschrauben für die Hartpapierabdeckung des Schalters auf jeder Seite. Die Feder wird so gebogen, daß sie innen im Schaltergehäuse anliegt und außen noch 2 bis 3 mm Spielraum hat. Bild 7 zeigt den Schalter nach diesem Umbau.

Die Knopfzellen schiebt man nun einzeln in den Raum zwischen den seitlich eingelöteten Teilen 10, 11 sowie Teil 7 und läßt sie mit der Plusseite in Richtung der eingelöteten Messingbuchse fallen. Dort gerät die hintere Zelle automatisch in Kontakt mit dem gesamten Gehäuse, während die vordere an die Minusseite der hinteren anschließt. Jetzt wird auch deutlich, warum Wände und Boden in dieser Gegend von Folie befreit werden mußten. Andernfalls würden sich die Akkus kurzschließen.

Sind beide Akkus untergebracht, so setzt man den Schalter ein, dessen Feder vorher mit einem der beiden vorderen Kontakte über eine Außenleitung verbunden wurde. Anschließend schraubt man die etwa 18 mm lange M-3-Senkschraube ein, die den Schalter in der richtigen Lage hält. Sie wird dabei von der Klemmwirkung der Teile 10 und 11 unterstützt. Außerdem halten die Deckelaussparungen den Schalter zusätzlich in „Sollposition". Vor Aufsetzen des Deckels ist der Minusanschluß des Einsatzes an den freien Schalterkontakt zu löten. Bei Betätigen des Schalters in Richtung hintere Buchse muß sich, wenn alles in Ordnung ist, das Signal an vorderer und hinterer Buchse entnehmen lassen.

Eine aufsteckbare Tastspitze vervollständigt das Gerät. Man gewinnt diese Spitze einfach aus einem Stück 1 bis 2 mm dicken Draht und einem Bananenstecker (oder aus dessen Einsatz). Bild 8 zeigt das Gerät in betriebsbereitem Zustand. Noch ein Hinweis zum Laden der Knopfzellen: Das geschieht im Gerät. Die Massebuchse stellt den Pluspol dar, der negative Anschluß befindet sich am Schalter. Er ist nach Abnehmen des Deckels zugänglich. Ein anderer Weg besteht darin, in die Seitenwand dort ein kleines Loch zu bohren (etwa 2 mm

Durchmesser) und die Folie innen um dieses Loch abzuschälen. Durch die Öffnung trifft man mit einem Federdraht, zu einer schmalen Schleife gebogen, das Gewindeloch des Schalterkontakts. Geladen wird am einfachsten aus einer 4,5-V-Batterie. Das ist billiger als der Bau eines Ladegeräts, denn man kann sich dazu aus der Taschenlampe „bedienen". Die Knopfzellen werden 14 Stunden lang mit 5 mA geladen. Dazu braucht man im Falle der 4,5-V-Batterie lediglich einen Widerstand von etwa 400 Ω (z. B. Normwert 390 Ω), $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{8}$ W.

3.4.2. Gehäuse für TS 5

Material und Hilfsteile (Bananensteckerkupplung und Lanco-Schalter sowie Schrauben) entsprechen bis auf die Schraubenlänge dem Typ 1. Das Gehäuse ist wegen des größeren elektrischen Inhalts wesentlich breiter. Damit bietet sich auch eine größere Batterie an. Die Zuschnitte für Typ 2 ersieht man aus Bild 9. Durch den Maßstab 1:1 konnte (wie bereits bei Typ 1) eine Bemaßung von Einzelteilen teilweise entfallen.

Die Teile werden mit der Laubsäge ausgesägt, die markierten Folienpartien schält man ab und verzinnt die zu verbindenden Kanten. Bei der Montage empfiehlt sich folgende Reihenfolge: Zunächst die Bodenwanne zusammenlöten. Das betrifft Teil 1, 2 und 3. Eine Schablone ist dabei nicht unbedingt nötig, da nach einseitigem „Anheften" Teil 4, 5 und 8 als bewegliche Schablonen-„Kerne" dienen können. Es folgt dann die Trennwand 8, deren Lage durch den angedeuteten Kerb eindeutig aus den Zeichnungen (vgl. Bild 9 und 10) hervorgeht. Die mit der Gehäuseinnenseite elektrisch und mechanisch verbundene größere Folienfläche von Teil 8 stellt später den Pluskontakt für den RZP2-Akku dar, während die isoliert angebrachte Minusfläche über einen isolierten Draht nach hinten zum Schalterkontakt gelegt wird. Von dort aus führt ein ebensolcher Draht zurück und tritt durch die vom Kerb gebildete Öffnung in den Baugruppenraum, wo er mit der Minuslötöse des Einsatzes verbunden wird. Die positive Lötöse liegt auch bei diesem Gerät unmittelbar am Gehäuse.

Bei der Verbindung von Teil 1, 2 und 3 ist unbedingt gemäß Bild 10 zu verfahren, d. h., Teil 1 überragt vorn Teil 2 und 3 um 1,5 mm. Um die gleiche Strecke erscheint er also hinten „kürzer" als 2 und 3. Damit gewinnt man seitliche Schalterbegrenzungen (allerdings mit relativ viel Spiel), vor allem aber bildet sich für Teil 6 vorn eine recht praktische „Schachtellösung". In Bild 9 nicht dargestellt wurde, daß an den vorderen Ecken von Teil 1 und 7 ähnlich Teil 2 und 3 die Folie schräg abgeschält werden sollte. Man verhindert dadurch einmal, daß sie im Extremfall von außen berührt werden kann, zum anderen bilden sich keine Zinnecken, die beim Einbringen des Einsatzes stören. Aus diesem Grund mußten einige Einsätze für Typ 1 an der Leiterplattenvorderkante etwas abgeschrägt werden.

Mit der Folienseite nach oben lötet man nun Teil 5, mit der Kante von Teil 1 abschließend, ein und in entsprechender Lage Teil 4 mit der Folie nach unten. „Entsprechende Lage" bedeutet für diesen Teil 1,5 mm von den beiden Kanten der Teile 2 und 3 entfernt.

Es folgt schließlich noch Teil 6, dann kommen die Hilfsteile. Das Loch für die Bananensteckerkupplung entstand, wie bei Typ 1 beschrieben. Die Messingbuchse bleibt jedoch diesmal in der Preßstoffhülse und wird mit einem 1 bis 1,5 mm dicken Draht versehen, den man zu einer plattgedrückten Schleife biegt. Die überstehenden Enden werden so abgebogen, wie Bild 11 zeigt. Während das paßgerecht aufgeweitete Loch die Hülse vorn hält, fixiert sie der innen am Gehäuse angelötete Draht hinten. Diese Buchse stellt somit wieder den Masseanschluß des Geräts dar. Er tritt vor allem dann in Funktion, wenn mit dem Tester Prüfpunkte angetippt werden sollen. Bei der Einspeisung des Signals in den 240-Ω-Eingang von Fernsehempfängern dagegen erfolgt der Anschluß über wenige Zentimeter Bandkabel und UKW-Flachbandstecker, d. h. 2polig von der Vorderseite des Geräts aus. Die Buchse bildet außerdem das Gegenlager zum Akku, dessen Anschlußfedern zur Arretierung und zur sicheren Kontaktgabe völlig ausreichen.

Den Schalter montiert man an der nichtbenutzten Kontaktseite. Falls sich keine entsprechend langen Schrauben für dieses Gewinde finden, schneidet man auf M 3 auf. Die Teile 4 und 5 wurden selbstverständlich, wie aus Bild 10 hervorgeht, mit der abgeschälten Folienpartie nach hinten eingebaut, damit die Schalterschrauben nicht mit dem metallischen Inneren in Berührung kommen können. Da der Schalter durch 4 und 5 bereits recht gut gehalten wird, dienen diese beiden Schrauben (es sollen möglichst Senkschrauben sein) nur noch der Arretierung. Man darf sie nicht allzu fest anziehen, da sonst der Preßstoff des Schaltergehäuses platzt.

Während die untere Schraube sofort eingesetzt werden kann, hält die obere gleichzeitig den Deckel (Teil 7). Auf eine zweite Schraube wurde verzichtet, denn die Seitenwände legen den Deckel recht gut fest. Wichtig dagegen ist eine elektrische Verbindung zwischen Deckel und Masse. Man stellt sie mit Hilfe von 2 Federstücken eines RZP2-Akkus her, die gemäß Bild 9 angebracht werden und federnde Kontaktstellen bilden sollen.

Die beiden Abgleichlöcher sollte man erst bohren, nachdem die genaue Lage der beiden Spulen auf der Leiterplatte feststeht und nachdem der Einsatz probeweise in das Gehäuse gelegt wurde.

Auch bei diesem Gerät stellt wieder eine Pappe (so breit wie der Gehäuseboden und vorn bis zu den Buchsenlöchern hochgebogen) die Isolation der Lötstellen gegen das Gehäuse hin sicher. Da die verwendeten Schalterkontakte entgegengesetzt zur Massebuchse gelegt werden, schaltet man das Gerät in Richtung Buchse ein.

Bild 12 zeigt den vollständigen TS 5 von außen. Als Zubehör gilt außer der auch bei Typ 1 notwendigen isolierten flexiblen Prüfschnur mit Bananensteckern ein kurzes Stück Flachbandkabel mit entsprechenden Steckern. Noch einfacher ist es, unmittelbar 2 solcher Stecker über etwa 1 mm dicke Drähte zu koppeln. Diese Lösung ergibt den geringsten Störpegel. Außer diesen Teilen gehört zum Gerät noch eine Tastspitze der bei Typ 1 beschriebenen Art, die in die dem Rand näher liegende Buchse eingesteckt werden kann.

4. Die Signalgeber TS 1 bis TS 5

4.1. Signalgeber TS 1

4.1.1. Steckbrief

Schaltung	Multivibrator (Bild 13)
Bauzeichnung	Bild 14
Frequenz	NF etwa 400 Hz, Oberwellen nachweisbar bis etwa 10 MHz
Bestückung	2 × GF 105 oder GF 100 bzw. entsprechende Bastlertypen; $I_{CEO} < 150\,\mu A$, $\beta \approx 40$
Anwendung	NF-Prüfung, nichtselektive Prüfung von ZF- und HF-Verstärkern, Bildverstärkerprüfung
Impulse	an Lasten über 100 kΩ verschliffene Rechteckschwingung, an niederohmigen Objekten entsprechend differenziert (Bild 15 a und b)
Bildmuster	horizontale Streifen (Bild 16; a – vor, b – hinter dem Schutzkondensator)
Pulsamplitude	$U_{SS} \approx 2$ V (≙ Spannung von Spitze oben bis Spitze unten)
Fertige Baugruppe	Bild 17
Bauelemente-Richtpreis (ohne Transistor)	4,– MDN; mit NK-Sammlern und Gehäuse etwa 13,– MDN
Literatur	Fischer ⟨4⟩, Richter ⟨5⟩

Bild 13
Schaltung des TS 1

Bild 14
TS 1; a – Leiterseite,
b – Bestückungsseite (M 1:1)

Bild 15
Impulsbild des TS 1; a – vor,
b – hinter dem
Koppelkondensator

Bild 16
Bildschirmfotos entsprechend
Bild 15

Bild 17
Baugruppe TS 1

4.1.2. Kurzbeschreibung

Der astabile Multivibrator ist ein Schwingungserzeuger, bei dem abwechselnd einer der beiden Transistoren öffnet. Der für die Öffnungsdauer fließende Kollektorstrom ruft am Arbeitswiderstand einen Spannungsabfall hervor. Im Augenblick des Öffnens sinkt also die Kollektorspannung auf einen kleinen Wert ab. Dieser (positive) Impuls überträgt sich über den Koppelkondensator auf die Basis des anderen Transistors und sperrt ihn. Er bleibt so lange gesperrt, bis der Koppelkondensator über den am negativen Batteriepol liegenden Basiswiderstand wieder so weit negativ geladen ist, daß im Transistor Strom zu fließen beginnt. Das bedeutet einen positiven Impuls für die Basis des ersten Transistors, der nun sperrt, während der an seinem Kollektor auftretende negative Impuls den sich öffnenden Transistor vollends öffnet. Die Zeit vom „Umschlagen" bis zum nächsten Öffnen eines der beiden Transistoren wird hauptsächlich durch die Dimensionierung von Basiswiderstand und Koppelkondensator bestimmt. Die im Unterschied zum einfachsten Multivibratorfall vor den Basisanschlüssen angebrachten Widerstände verbessern die Kurvenform der am Kollektorwiderstand entnehmbaren Schwingungen. Sie verringern den über den Kollektorwiderstand fließenden Ladestrom des jeweiligen Koppelkondensators, so daß die von ihm am Kollektor erzeugte überlagerte Spannung klein wird und die Impulsform weniger beeinflußt. Am Ausgang wird die Kollektorspannung ausgekoppelt. Bei gleichen Stromverstärkungen beider Transistoren und bei gleichen Widerständen sowie Kondensatoren erhält man also während der halben Schwingungsdauer etwa die Batteriespannung, in der anderen Hälfte die sehr kleine Kollektorrestspannung. Es entsteht eine symmetrische Rechteckschwingung. Ihre Dauer ist etwa gleich dem Produkt aus gesamtem Basiswiderstand und Koppelkondensator. Für R in Ω und C in F ergibt sich die Zeit in s.

Man wähle also möglichst Transistoren gleicher Stromverstärkung. Es stört aber für einfache Prüfvorgänge kaum, wenn Kurvenform und Tastverhältnis vom angestrebten Idealbild abweichen – das erkennt man erst am Oszillografen.

Auf dem Bildschirm des Fernsehempfängers erscheinen schmale Streifen, wenn das Signal in den Bildverstärkereingang gegeben wird, denn der geringe Lastwiderstand „differenziert" die Impulse wegen des kleinen Auskoppelkondensators (vgl. Bild 15 b). Kräftige breite Streifen ergeben sich beim Umgehen dieses Kondensators; doch das Weglassen des Kondensators geschieht auf eigene Gefahr (Berührungsschutz wird dann fragwürdig).

4.1.3. Besonderheiten

Für die Funktionsprüfung der fertigen Baugruppe benutzt man einen Ohr- oder Kopfhörer (weitere Hinweise zur Prüfung siehe unter 3.3.). Falls der Multivibrator nicht oder mit ungünstiger Frequenz schwingt, sind die Bauelemente zu ändern: Kleinere Basiswiderstände ergeben höhere Frequenz, ebenso kleinere Kondensatoren. Versuchsweise kann auch einer der beiden Widerstände zwischen Basisseite des Koppelkondensators und Minus zunächst verdoppelt, dann halbiert werden, wenn kein Ton zu hören ist. Bei kleineren Stromverstärkungen verkleinert man die Basisvorwiderstände (ggf. bis 0). Auch eine Vergrößerung der Kollektorwiderstände bis auf etwa 2,2 kΩ kann die Schaltung „zum Leben erwecken", vorausgesetzt, der Reststrom ist nicht zu groß.

Wiederholung nach diesem Prinzip ist bei höheren Frequenzen (also z. B. bei 100 kHz) mit entsprechenden Transistoren (GF 120 u. ä.) möglich.

4.2. Signalgeber TS 2

Bild 18
Schaltung des TS 2

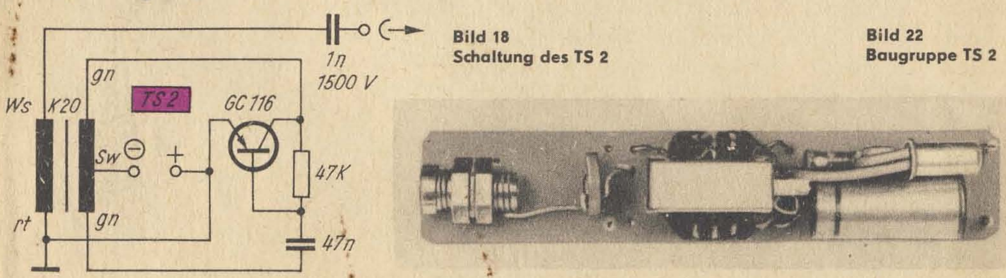


Bild 22
Baugruppe TS 2

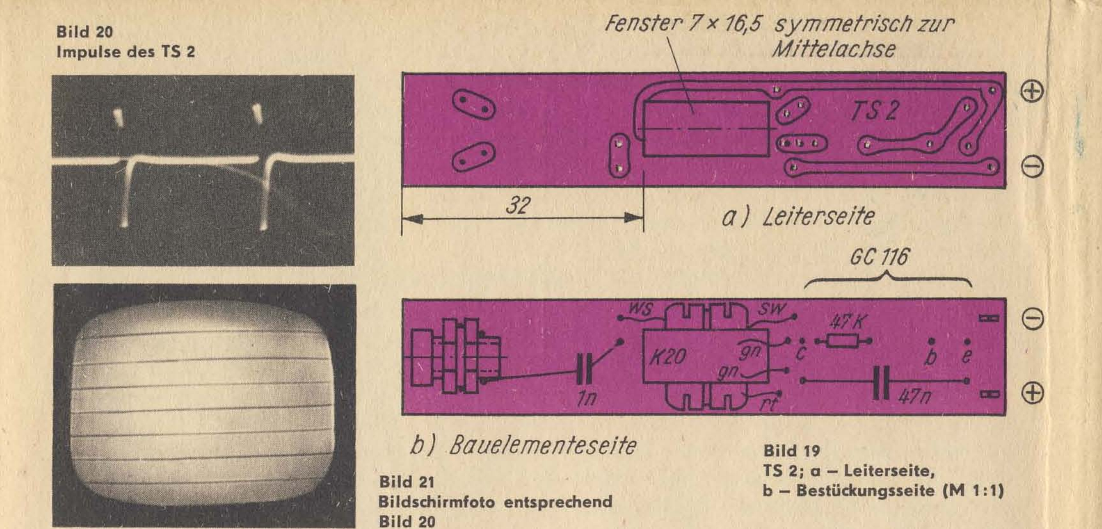


Bild 20
Impulse des TS 2

Bild 21
Bildschirmfoto entsprechend Bild 20

Bild 19
TS 2; a – Leiterseite, b – Bestückungsseite (M 1:1)

4.2.1. Steckbrief

Schaltung	Sperrschwinger (Bild 18)
Bauzeichnung	Bild 19
Frequenz	NF etwa 500 Hz, Oberwellen nachweisbar bis etwa 10 MHz
Bestückung	GC 116 oder entsprechender Bastlertyp, $I_{CEO} < 250\,\mu A$, $\beta > 15$
Anwendung	NF-Prüfung, nichtselektive Prüfung von ZF- und HF-Verstärkern, Bildverstärkerprüfung (bedingt)
Impulse	schmal, abgeflacht in positiver Richtung, nadelförmig in negativer Richtung, lange Pausen (Bild 20)
Bildmuster	schmale parallele Streifen (Bild 21)
Pulsamplitude	$U_{SS} \approx 10$ V
Fertige Baugruppe	Bild 22
Bauelemente-Richtpreis (ohne Transistor)	8,– MDN; mit NK-Sammlern und Gehäuse etwa 17,– MDN
Literatur	Fischer ⟨4⟩

4.2.2. Kurzbeschreibung

Beim Einschalten fließt im Kollektorkreis ein Strom, der wegen der Wirkung der Induktivität nicht sofort seinen Endwert erreicht. Dieser Endwert hängt vom Ohmschen Widerstand des Kollektorkreises (also auch vom Wicklungswiderstand der Spule) und der Eisensättigung ab. Solange der Kollektorstrom steigt, induziert er in der Rückkopplungswicklung eine Spannung, die die Basis des Transistors offenhält, bis der infolge der genannten Erscheinungen geringer werdende Stromzuwachs keine genügende Öffnungsspannung mehr erzeugt. Damit läuft der Vorgang umgekehrt ab: Der Strom sinkt, die rückgekoppelte Spannung kehrt sich um und sperrt den Transistor völlig. Über den Basiswiderstand erhält nun der Koppelkondensator – infolge der Dimensionierung von R und C wesentlich langsamer – eine negative Ladung. Sobald die dazu nötige Spannung erreicht ist, öffnet der Transistor wieder – s. o.

4.2.3. Besonderheiten

Die Leiterplatte des TS 2 erhält ein Fenster, da sonst der Übertrager nicht in das Gehäuse paßt.

Die Überprüfung der Baugruppe entspricht 3.3. und 4.1.3. Sollte das Gerät keinen Ton abgeben, dann verändert man den Widerstand etwa zwischen 100 kΩ und 22 kΩ. Außerdem ist die richtige Anschlußfolge des Übertragers zu kontrollieren. Dabei interessiert nur, daß je einer der beiden grünen Anschlüsse an Kollektor und Basis-Koppelkondensator liegt; weiß und rot können vertauscht werden. Der TS 2 kommt allen entgegen, die mit einem Minimum an Arbeit ein unkompliziert in Gang zu bringendes Prüfgerät bauen wollen. Sein Funktionsumfang beschränkt ihn allerdings auf Verstärkertechnik und Hörrundfunk. Bei der Prüfung von Transistorverstärkern ist auf die hohe Ausgangsspannung Rücksicht zu nehmen; HF-Transistoren basisseitig daher keinesfalls 2polig antippen!

4.3. Signalgeber TS 3

4.3.1. Steckbrief

Schaltung	Bild 23
Bauzeichnung	Bild 24
Frequenz	NF etwa 400 Hz, HF etwa 94 kHz, Oberwellen nachweisbar bis etwa 2 MHz (Abstand 94 kHz)
Bestückung	GC 116 oder entprechender Bastlertyp; $I_{CEO} < 200\,\mu A$, $\beta \approx 25$ bis 60
Anwendung	Prüfung von NF-Verstärkern, selektive Prüfung von AM-ZF- und HF-Verstärkern (5. Harmonische bei 470 kHz!), Linearitätsprüfung des Bildteils von Fernsehempfängern in beiden Richtungen
Impulse	mit der Unterbrechungsfrequenz pulsförmig modulierte HF-Schwingungszüge (Bild 25 a; 25 b: Kurvenzüge auf HF ausgelöst)
Bildmuster	in horizontaler Richtung 5 Pulse in 6 bis 10 Zeilen, je nach Temperatur (Bild 26)
Pulsamplitude	$U_{SS} \approx 2$ V
Fertige Baugruppe	Bild 27
Bauelemente-Richtpreis (ohne Transistor)	5,– MDN; mit NK-Sammlern und Gehäuse etwa 14,– MDN
Literatur	„Tobitest" ⟨1⟩ ⟨2⟩

4.3.2. Kurzbeschreibung

Im Grunde handelt es sich bei diesem Gerät wieder um einen Sperrschwinger. Sein Funktionsumfang ist aber erheblich größer als der des TS 2. Das hat seine Ursache in dem abgestimmten Kollektorkreis. Sobald die Basis genügend negativ geworden ist, beginnt der TS 3 auf einer Frequenz zu schwingen, die von den Daten des Kreises bestimmt wird. Unter 2. wurden bereits die Gesichtspunkte erläutert, nach denen die Wahl dieser Frequenz auf 94 kHz fiel.

Die gemischt induktive und kapazitive Rückkopplung auf den Emitter lädt nun den Basiskondensator über die Emitterdiode um, bis die Schwingung abreißt.

Das ist allerdings nur eine vereinfachte Darstellung, denn auch der Emitterkondensator und der Reststrom des Transistors spielen dabei eine Rolle. Transistoren mit zu hohem Reststrom ergeben z. B. nur eine Dauerschwingung – der Transistor läßt sich durch den Richteffekt nicht mehr sperren. Die Unterbrechungsfrequenz wird von C 1 und C 5 sowie von R 3 bestimmt (Bezeichnungen fortlaufend gewählt, C 5 bedeutet also nicht, daß mindestens 5 Kondensatoren in der Schaltung sind!). Je kleiner C und R, um so höher ist die Unterbrechungsfrequenz. Sie wächst außerdem mit der Stromverstärkung des Transistors. Je höher diese ist, um so größer muß R 3 sein. Praktische Werte sind 100 bis 470 kΩ. Bei Auskopplung der

pulsförmig unterbrochenen HF-Schwingung über einen Kondensator ergibt sich am Ausgang ein Spektrum, das wegen der verzerrten Grundschwingung Oberwellen im Abstand von 94 kHz enthält. Die zwischen Kreis und Ausgang geschaltete Diode erhöht deren Anteil gegenüber der Grundwelle. Sie ermöglicht außerdem, daß auch das NF-Signal am Ausgang zur Verfügung steht. Aus den in 2. genannten Gründen wird die Diode noch mit einem Widerstand überbrückt. Jeder Verstärker, an dessen Ausgang man den TS 3 anlegt, wählt nun aus dem angebotenen Spektrum die Frequenzen, die er zu verarbeiten in der Lage ist: NF-Verstärker den hörbaren Pulsanteil, AM-ZF-Verstärker die 5. Harmonische, AM-Mischstufen die bis etwa 2 MHz mit genügender Amplitude erscheinenden Oberwellen. Im Demodulator wird dann jeweils die NF-Modulation vom Träger (entsprechende Oberwelle von 94 kHz) getrennt. Sie ist nach Durchlaufen des NF-Teils im Lautsprecher hörbar.

4.3.3. Besonderheiten

TS 3 erfordert einen Abgleich, wenn sowohl ZF- als auch Bildverstärker getestet werden sollen. In den Langwellenbereich eines Rundfunkempfängers z. B. fallen die Oberwellen 2 f = 188 kHz, 3 f = 282 kHz und 4 f = 376 kHz. Mit einer Sendertabelle überprüft man die Skaleneichung und korrigiert entsprechend, etwa mit aufgelegtem Papierstreifen. Dann lassen sich die Oberwellen des an den Antenneneingang angeschlossenen TS 3 sicher finden. Am Kern stellt man auf den gewünschten Wert. Eine Kontrolle, z. B. zwischen 2 f und 3 f, stellt sicher, daß die Grundfrequenz nicht etwa bei 141 kHz liegt (möglicherweise z. B. infolge falschem Kreis-C). Dann tritt zwar bei 282 kHz eine Oberwelle auf, doch die nächste erst bei 423 kHz. Also: Der Abstand zweier benachbarter Harmonischen muß 94 kHz betragen, sonst ist die Grundfrequenz falsch; es ergibt sich in diesem Fall auch ein unruhiges Bildmuster.
Zu hohes f senkt man durch Hineindrehen des Kernes in die Spule und umgekehrt. Nur in besonders ungünstigen Fällen muß am Kreis-C korrigiert werden (bei großer C-Toleranz). Man schaltet dann z. B. einen 4,7- mit einem 2,2-nF-Kondensator parallel.
Die erste Funktionsprobe wird wie unter 4.1. vorgenommen. Am Bildverstärkereingang (Arbeitswiderstand des Bildgleichrichters), 2polig angeschlossen, muß sich das unter 4.3.1. gezeigte Muster einstellen. Kleine Korrekturen am Kern bei auseinanderfließenden Marken ergeben ein ruhiges Bild. Zu wenige oder zu viele horizontale Streifen bewirken „Fahrstuhleffekt". Je mehr Streifen es sind, um so größer muß R3 sein. 6 bis 10 Streifen sind am günstigsten. Da ihre Zahl temperaturabhängig ist, kann bei Tests auch am entsprechenden Regler im Empfänger auf ruhiges Bild synchronisiert werden. Der TS 3 testet also den Bildteil des Fernsehempfängers auf Funktion, Linearität in beiden Richtungen und (nach entsprechender Erfahrung) auf Empfindlichkeit. Das hilft, einen Fehler auf HF- und ZF-Teil zu lokalisieren, wenn gerade kein Programm gesendet wird.
Hauptanwendungsgebiet des TS 3 dürfte allerdings beim Selbstbau von Transistorverstärkern und AM-Empfängern bis zu ihrem Grobabgleich liegen. Der Anschluß erfolgt dabei 1- oder 2polig, je nach Empfindlichkeit der Stufe.

4.3.4. Spulendaten

Diese Angaben fehlten in den bisherigen Berichten über ähnliche Tester. Der Kreis wurde nach den praktisch greifbaren Kondensatoren dimensioniert. Außerdem mußte auf handelsübliche Spulenkörper angepaßt werden. So ergaben sich folgende Daten: Kreisspule in Kammer 3 mit 150 Wdg., 0,15-mm-CuL, dann Anzapfung und in Kammer 2 noch 75 Wdg. Dies ist dann der Kollektoranschluß. Drossel darüber (in Kammer 2) 75 Wdg. und weitere 150 in Kammer 1; gleicher Draht. Als Kammer 1 zählt die dem Gewinde am nächsten liegende. Der Spulenkörper hat die Nr. 15045 B oder neu M 1 TGL 64-2021 grün (HF-Werkstätten Meuselwitz). Er ist mit einem Mittelwellenkern z. B. im Versandhaus „funkamateur"

Dresden zu erhalten. (Das trifft auch für den im TS 4 verwendeten Körper T 2016 zu, Kern dafür bis etwa 20 MHz geeignet.)
Die Wickeldaten gelten ebenfalls für den 94-kHz-Teil des TS 5. Auf richtige Lage der Anschlüsse ist unbedingt zu achten, andernfalls wird aus der Mit- eine Gegenkopplung. Das betrifft sowohl Kreis- als auch Drosselspule. Für die Spulenenden (bei gleichem Wickelsinn) wurde in den Schaltungen von TS 3, TS 4 und TS 5 jeweils ein Punkt eingetragen. Sollte sich dennoch ein Fehler eingeschlichen haben, so überprüft man zunächst die grundsätzliche Zuordnung. Die Drossel (ohne Anzapfung) muß tatsächlich zwischen Emitter und Plus liegen. Danach können ihre Anschlüsse versuchsweise umgewechselt werden. Das führt meist zur erfolgreichen Beseitigung solcher Fehler. Die Spule des TS 3 trägt 2 Armaturplatten aus kupferkaschiertem Hartpapier, die mit einem Ritzmuster versehen sind (Bild 28). Von diesen führen Anschlußdrähte in die Leiterplatte. Die Spulenanschlüsse selbst lötet man auf die Folienflächen der Armatur. Die Spule kann jedoch auch nach der bei TS 4 und TS 5 beschriebenen Art montiert werden, wenn man das Leitungsmuster etwas ändert.

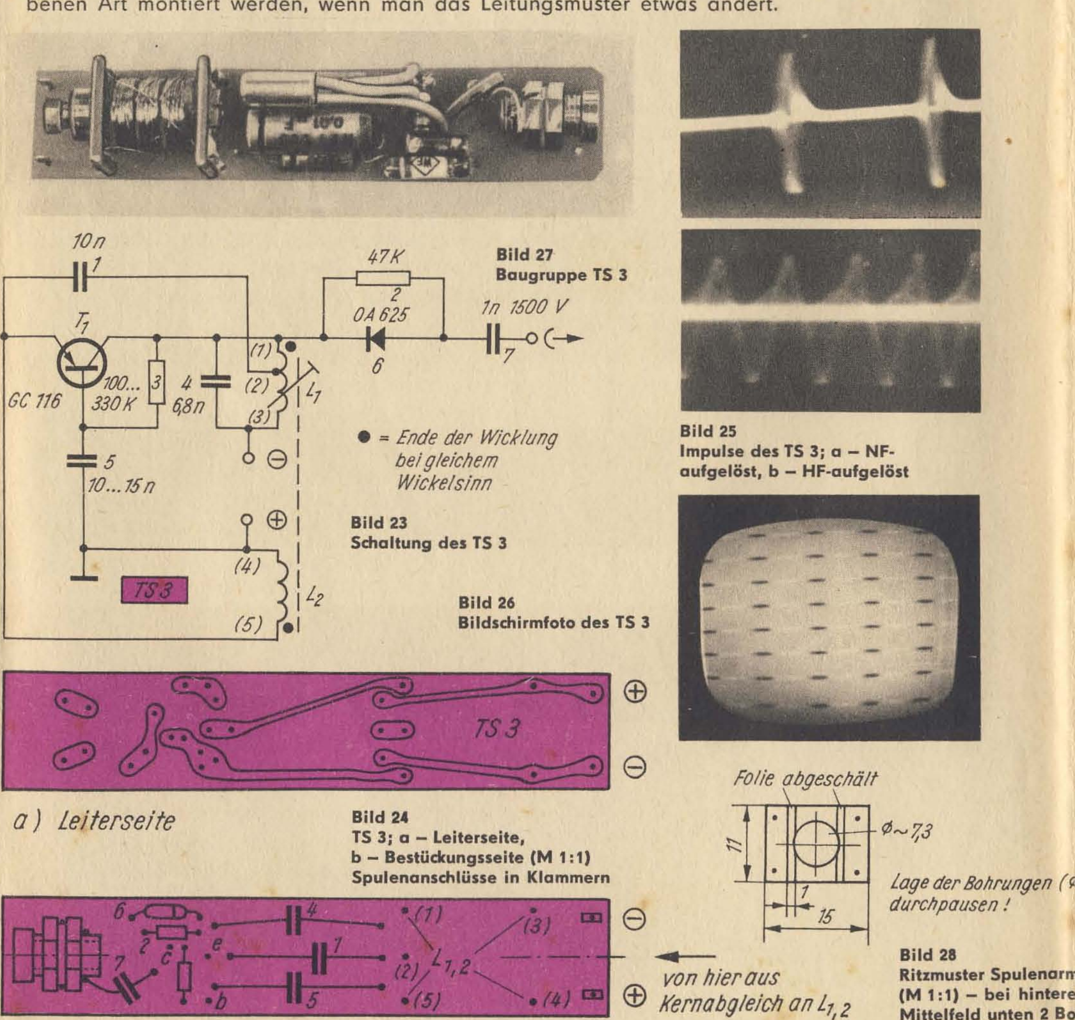


Bild 27 Baugruppe TS 3

Bild 25 Impulse des TS 3; a – NF-aufgelöst, b – HF-aufgelöst

Bild 23 Schaltung des TS 3

Bild 26 Bildschirmfoto des TS 3

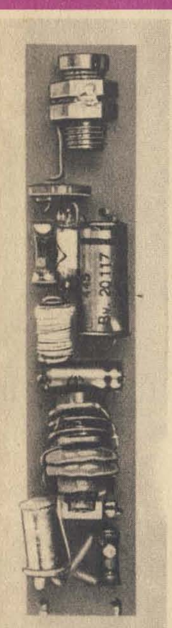
Bild 24 TS 3; a – Leiterseite, b – Bestückungsseite (M 1:1) Spulenanschlüsse in Klammern

Bild 28 Ritzmuster Spulenarm[...] (M 1:1) – bei hintere[...] Mittelfeld unten 2 Bo[...] Anschluß 2 nachtrage[...] 24 b)

4.4. Signalgeber TS 4

4.4.1. Steckbrief

Schaltung	Bild 29
Bauzeichnung	Bild 30
Frequenz	NF etwa 500 Hz, HF etwa 2,14 MHz, Oberwellen nachweisbar bis zu den Bändern 1 und 3 des Fernsehbereichs (Abstand 2,14 MHz)
Bestückung	GF 120 oder entsprechender Bastlertyp; $I_{CEO} < 200\,\mu A$, $\beta > 25$
Anwendung	Prüfung von NF-Verstärkern, selektive Prüfung von HF-Verstärkern ab 2,14 MHz (5. Harmonische bei 10,7 MHz, daher FM-ZF-Funktionskontrolle möglich), Bildverstärker bedingt (NF-Amplitude klein), HF-Teil des Fernsehempfängers
Impulse	mit der NF-Unterbrechungsfrequenz pulsförmig modulierte HF-Schwingungszüge (in Bild 31 wegen Grenzfrequenz des Oszillografen nur Pulse erkennbar)
Bildmuster	in horizontaler Richtung einige Streifen (Bild 32)
Pulsamplitude	$U_{SS} \approx 0{,}3$ V
Fertige Baugruppe	Bild 33
Bauelemente-Richtpreis (ohne Transistor)	5,– MDN; mit NK-Sammlern und Gehäuse etwa 14,– MDN
Literatur	„Tobitest 220" (3)



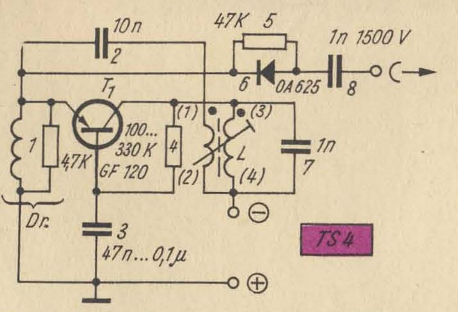


Bild 29
Schaltung des TS 4

Bild 33
Baugruppe TS 4

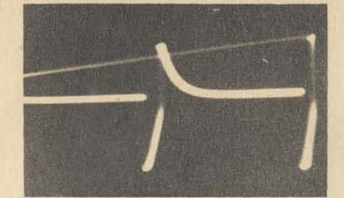


Bild 31
Impulse des TS 4 (HF-Inhalt nicht sichtbar wegen des Oszillografen)

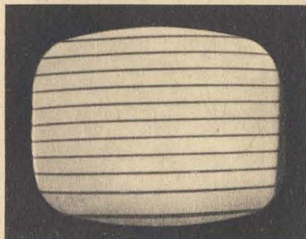
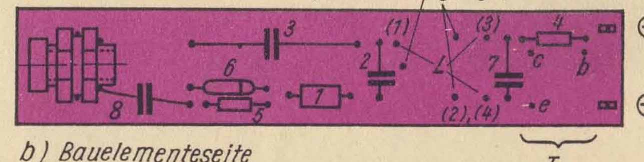


Bild 32
Bildschirmfoto des TS 4 (HF-Einspeisung)

Bild 30
TS 4; a – Leiterseite,
b – Bestückungsseite (M 1:1)
Spulenanschlüsse in Klammern





n (ø 1mm)

narmatur
nterer Platte auf
2 Bohrungen für
ragen (vgl. Bild

4.4.2. Kurzbeschreibung

Im Prinzip handelt es sich um eine Wiederholung des TS-3-Prinzips bei höherer Frequenz. Damit wird die Lücke zwischen MW und UKW geschlossen. Vor allem der Kurzwellenamateur wird sich dieser Schaltung sicher gern bedienen, da er für seinen Frequenzbereich genügend modulierte Oberwellen in definiertem Abstand zur Verfügung hat und außerdem noch ein NF-Signal. Die Auskopplung aus dem Emitter wurde gewählt, damit die Prüfobjekte den Generator nicht so stark verstimmen können, denn in diesem Fall liegt eine höhere Kreisfrequenz vor, d. h. eine kleinere Kreiskapazität. Die Anpassung an den Emitter ergibt eine geringere Ausgangsamplitude. Daher erhält man bei Belastung mit dem Bildverstärkereingang nur ein relativ schwaches Signal. Besser wird die Lage bei Einspeisung in den Tunereingang, besonders bei Band I. Dann wird das modulierte HF-Signal ausgekoppelt und im Gerät entsprechend verstärkt, bevor es als Streifenmuster auf den Bildschirm gelangt.

Das Testen von FM-ZF-Verstärkern mag vielleicht zunächst nicht einleuchten. Man bedenke aber, daß einmal das Signal wegen der Spannungsabhängigkeit der Transistorsperrschichtkapazität einen gewissen FM-Anteil hat; zum anderen ist aber auch ein FM-Demodulator praktisch noch etwas amplitudenempfindlich.

4.4.3. Besonderheiten

Hat man die vorhergehenden Abschnitte aufmerksam gelesen, so wird auch der Bau dieses Modells keine größeren Schwierigkeiten bereiten. Die Spule wurde etwas schräg nach oben weisend eingebaut, damit man sie im Gehäuse abgleichen kann. Das ist wichtig, denn andernfalls wirkt der kapazitive Einfluß des metallischen Gehäuses verstimmend. Da es bei dieser Schaltung wohl am meisten auf die 5. Harmonische ankommt, gleicht man am besten am UKW-ZF-Eingang ab (1polig einkoppeln).

Die Spule wird mit einer Drahtschleife und einem geraden Drahtstück gehalten. Die Schleife ist zu isolieren, ihre Enden sind voneinander isoliert einzulöten, damit keine Kurzschlußwindung entsteht. In gleicher Weise befestigt man die Spulen des TS 5 (Bild 34).

4.4.4. Spulendaten

Das Gerät enthält 2 Spulen, deren Daten auch für den entsprechenden Teil des TS 5 gelten: Die Drossel wickelt man aus Draht 0,2-mm-CuLS auf einen $^{1}/_{20}$-W-Widerstandskörper, Wert etwa 4,7 kΩ. Das geschieht mehrlagig, bis etwa 50 Wdg. erreicht sind. Die Anschlußfahnen des Widerstands sind gleichzeitig die der Drossel.

Die Kreisspule trägt ein Körper T 2016 mit einem KW-Kern. In jede der 3 Kammern wickelt man je 10 Wdg., etwa 0,2-mm-CuL. Das ist die Kreisspule. In die dem Kern am nächsten liegende Kammer kommen dann noch 7 bis 10 Wdg. des gleichen Drahtes. Das ist die Koppelspule. Auch bei dieser Spule beachte man die Punkte in der Schaltung; bei Fehlern g[illegible] Verhalten wie beim TS 3.

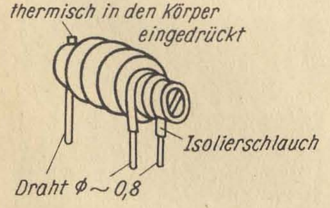
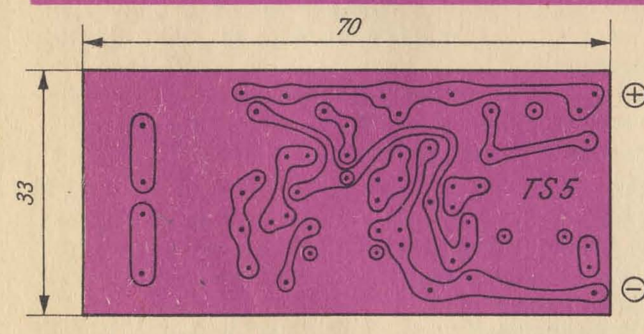


Bild 34
Spulenmontage mit 2 Drahtstücken etwa 0,8 mm Durchmesser

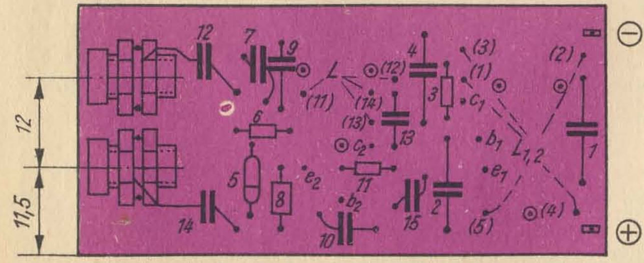
4.5. Signalgeber TS 5

4.5.1. Steckbrief

Schaltung	Bild 35
Bauzeichnung	Bild 36
Frequenz	NF und HF1 wie TS 3 (etwa 400 Hz und 94 kHz) mit entsprechenden Oberwellen; HF2 10,7 MHz mit Oberwellen bis etwa 220 MHz
Bestückung	GC 116 und GF 120 oder entsprechende Bastlertypen; Daten wie bei TS 3 und TS 4
Anwendung	Funktionsumfang von TS 3 und TS 4 mit Lücke zwischen 2 und 10 MHz
Impulse	Einer kontinuierlichen HF-Schwingung von 10,7 MHz überlagerte 94-kHz-Impulse mit hörbarer Unterbrechungsfrequenz. Wegen der Grenzfrequenz des Oszillografen ist HF2 nicht zu erkennen (Bild 37)
Bildmuster	entspricht dem des TS 3, ist aber jetzt gleichermaßen in den Bildverstärkereingang oder in den Tuner einzuspeisen (Bild 38)
Pulsamplitude	U_{SS} HF1 ≈ 2 V, Amplitude HF2 ≈ 0,3 V (Spitze-Spitze)
Fertige Baugruppe	Bild 39
Bauelemente-Richtpreis (ohne Transistoren)	8,– MDN; mit Akku und Gehäuse etwa 11,– MDN
Literatur	„Tobitest 220" ⟨3⟩



a) Leiterseite



⊙ = Spulenbefestigung (s. direkt!)

b) Bauelementeseite

Bild 36
TS 5; a – Leiterseite,
b – Bestückungsseite (M 1:1)
Spulenanschlüsse in Klammern

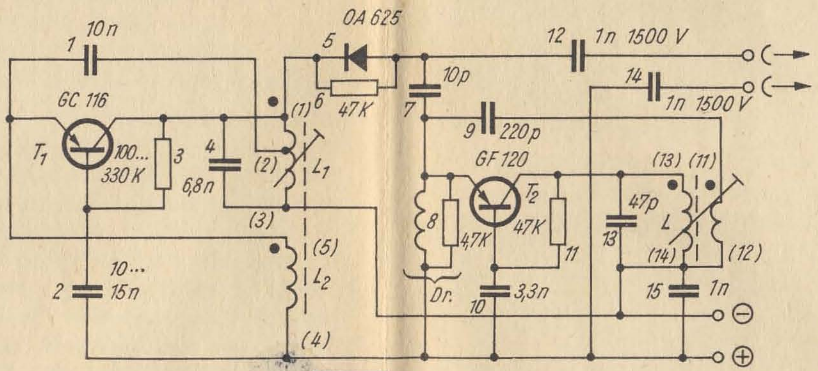


Bild 35
Schaltung des TS 5

Bild 37
Impulse des TS 5 (HF 2 nicht sichtbar)



4.5.2. Kurzbeschreibung

Bis auf die Frequenzlücke zwischen 2 und 10 MHz erfüllt der TS 5 alle Funktionen von TS 3 und TS 4 optimal. Schaltung und Spulendaten wurden also bereits vorgestellt. Nur im Kreis-C von HF2 und im Ausgang findet man Unterschiede.

Der Abgleich erfolgt durch 2 Bohrungen in der Seitenwand. Spulenhalter vgl. TS 4. Der TS 5 ist das einzige Gerät, das im Gehäusetyp 2 untergebracht wird.

4.5.3. Besonderheiten

Der TS 5 kann leicht zum unerwünschten und damit auch verbotenen HF-Störer werden, wenn man seinen Ausgang nicht stets auf dem kürzesten Wege mit dem Prüfling verbindet. Entsprechende Hinweise wurden weiter oben gegeben. Bei Nichtbeachtung verstößt man gegen die Bestimmungen der Deutschen Post und macht sich damit strafbar. Der TS 5 gehört also nur in die Hände von Fachleuten und erfahrenen Amateuren, die in der Lage sind, ihren Eigenbau daraufhin zu untersuchen.

Für den Fernsehempfängereingang kommt somit ein 2polig an den TS 5 angeschlossener Flachbandstecker in Frage. Für Tests an anderen Punkten steckt man in den „oberen" der beiden Anschlüsse die kurze Prüfspitze und in die „unten" angebrachte Massebuchse die ebenfalls kurzzuhaltende Erdleitung (am Gerätechassis anschließen).

Der TS 5 ist stets nur für die Dauer der Prüfung einzuschalten.

Zum Schluß der Geberbeschreibungen noch ein Hinweis: Nach Umbruch des Bauplans gelang der Bau eines ZF-Testers mit einem Piezofilter (Neuentwicklung). Seinen „Steckbrief" bringt das „Elektronische Jahrbuch 1968" einschließlich Leitungsmuster 15 mm × 80 mm und Bestückungsplan.

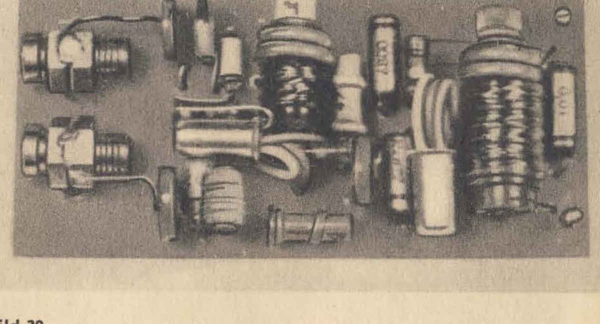


Bild 39
Baugruppe TS 5

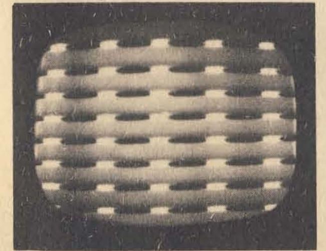


Bild 38
Bildschirmfoto des TS 5
(HF-Einspeisung in den Tuner)

Widerstand 9 statt Hörer, wenn an Endverstärker!

5. Der Signalverfolger TS 6

Dieses Gerät, ebenfalls im Gehäusetyp 1 unterzubringen, stellt bei Bedarf das Endglied der eingangs beschriebenen „Prüfkette“ dar. Es sei darauf hingewiesen, daß bei Ohrhörerbetrieb nicht an netzgespeisten Geräten gearbeitet werden sollte – trotz des Schutzkondensators. In solchen Fällen läßt man besser eine Endstufe mit Lautsprecher folgen, die in einem kleinen Kästchen untergebracht wird. Leider fehlt der Platz, eine solche Ergänzung zu beschreiben.

Der TS 6 hat einen hochohmigen Eingang für NF-Quellen, so daß diese nur wenig belastet werden. Außerdem verfälscht dann der kleine Schutzkondensator die eingespeiste Kurvenform nur wenig (Transistoreingang niederohmig, die Folgen dieser RC-Kombination wurden bereits beschrieben). Für HF ist der Vorwiderstand mit 100 pF überbrückt. Der HF-Transistor wirkt dann als Kollektorgleichrichter. Damit entfällt eine Umschaltung NF–HF, und eine Diode erübrigt sich. Der zweite Transistor verstärkt das Signal ausreichend. Die Funktionskontrolle ist sehr einfach: Bei Berühren z. B. der Wasserleitung wird in nicht zu schwach versorgten Gebieten der nächste Sender hörbar, bei Annäherung an eine Netzleitung der Netzbrumm.

Die Schaltung des TS 6 zeigt Bild 40, die Bauzeichnung Bild 41, eine fertige Baugruppe TS 6 Bild 42. Richtpreis der Bauelemente (ohne Transistoren und Hörer) etwa 5,– MDN; mit NK-Sammlern und Gehäuse etwa 14,– MDN.

6. Stromversorgung

Falls es aus Text und Bildern nicht klar genug hervorgegangen sein sollte: Im Gehäusetyp 1 wurden zwei in Serie geschaltete 50-mAh-Knopfzellen (Nickel-Kadmium, gasdicht) verwendet, im Typ 2 ein 2-V-Bleisammler RZP2. Die nachladbaren Knopfzellen kosten je 4,05 MDN, der Bleiakku 0,90 MDN (nur bedingt nachladbar).

Unter 2 V zu gehen, hat keinen Zweck, wenn man auf gut sichtbare Bildmuster Wert legt.

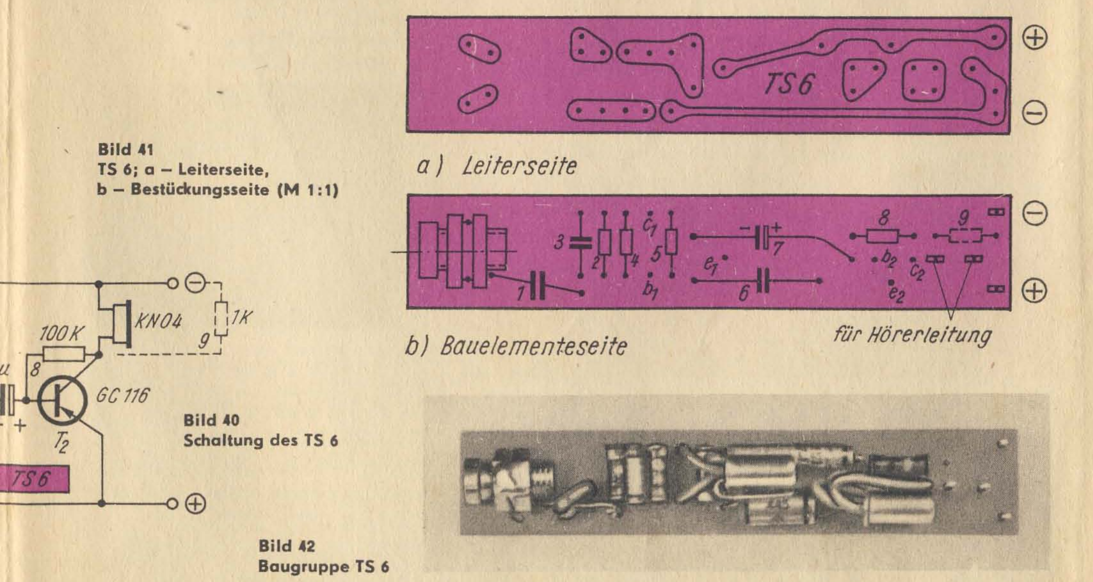


Bild 41
TS 6; a – Leiterseite, b – Bestückungsseite (M 1:1)

Bild 40
Schaltung des TS 6

Bild 42
Baugruppe TS 6

7. Bezugsquellen und Bauelemente

Alle Bauelemente wurden in den Schaltungen bzw. im Text angegeben. Soweit sie nicht im örtlichen Fachhandel zu haben sind, schreibe man an das bekannte Versandhaus „funkamateur“, 8023 Dresden, Bürgerstraße 47, Tel. Dresden 54781. Da es bei Transistoren z. Z. sehr unterschiedliche Preise gibt (vgl. Markenware, Basteltypen und verwertbarer Ausschuß), werden dazu keine Zahlen genannt.

Ein Hinweis noch zu den Kondensatoren: Aus Platzgründen müssen es die kleinsten sein; d. h. beim TS 1 Keramik-Foliekondensatoren für 25 V, bei den anderen Papierkondensatoren 63 V oder (und) Kunstfoliekondensatoren 25 V oder 63 V. Papierkondensatoren für 63 V gibt es nach TGL 9291 u. a. in den Größen 4,7 nF (⌀ 4 mm × 10 mm), 10 nF (⌀ 5 mm × 10 mm) und 22 nF (⌀ 6 mm × 10 mm); Keramik-Folietypen nach TGL 5155 für 25 V z. B. im Wert von 6,8 nF (⌀ 5,3 mm × 17 mm; bei 63 V ⌀ 7,2 mm × 17 mm) und 3,3 nF (⌀ 4,9 mm × 12 mm). Man muß also ggf. etwas kombinieren, soweit es der Platz erlaubt. Manchmal findet sich auch noch ein vor der Typenbereinigung produzierter Zwischenwert (z. B. Papier 6,8 nF oder 15 nF – zwei für die Tester TS 3 und TS 5 günstige Größen).

Bei der ersten Inbetriebnahme der Geräte können beim Ungeübten Fragen auftauchen. Er sucht dann am besten den nächstgelegenen Radioklub auf.

8. Literatur

⟨1⟩ Schlenzig – Transistortaschenprüfgenerator „Tobitest“. radio und fernsehen 9 (1960) H. 12, S. 377 bis 379

⟨2⟩ Schlenzig – Tobitest 2 – ein Prüfgerät mit ungewöhnlicher Technologie. radio und fernsehen 11 (1962) H. 2, S. 35 bis 37

⟨3⟩ Schlenzig – Tobitest 220. radio und fernsehen 14 (1965) H. 5, S. 151 bis 152

⟨4⟩ Fischer – Transistortechnik für den Funkamateur. 3. Auflage, Deutscher Militärverlag, Berlin 1964

⟨5⟩ Richter – Impulspraxis Teil 2. Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1961

⟨6⟩ Schlenzig – Die Technik der gedruckten Schaltung für den Amateur. Reihe „Der praktische Funkamateur“ H. 26 und 31, Verlag Sport und Technik

⟨7⟩ Schlenzig – Originalbauplan Nr. 4 „Dioden- und Transistorprüfgeräte“, Deutscher Militärverlag, Berlin 1966

1.–20. Tausend · Redaktionsschluß: 15. Januar 1967 · Deutscher Militärverlag · Berlin 1967 · Lizenznummer 5 · Lektor: Sonja Topolov · Typografie: Günter Hennersdorf · Zeichnungen: Wilhelm Kaufmann · Vorauskorrektor: Marianne Bock · Korrektor: Ingeborg Kern · Hersteller: Werner Briege · Gesamtherstellung: Sachsendruck Plauen